# 博弈论平话

人生处处如『棋局』，懂得博弈，
便能巧妙化解『囚徒困境』，
或抢占先机，或谋得共赢。

王则柯 著

中信出版集团

VISIT...

LANZAROTE

Caliente.com

# 博弈论平话

人生处处如『棋局』，懂得博弈，
便能巧妙化解『囚徒困境』，
或抢占先机，或谋得共赢。

王则柯——著

中信出版集团

# 版权信息

书名:博弈论平话

作者:王则柯

ISBN:9787508679273

中信出版集团制作发行

版权所有·侵权必究

# 前言

20世纪下半叶，经济学经历了一场博弈论革命。1994年度的诺贝尔经济学奖授予三位博弈论专家，2005年度和2012年度的诺贝尔经济学奖又各授予两位博弈论专家，可以看作博弈论成熟的标志。这也更激发了人们了解博弈论的热情。20世纪末期以来一个重要的社会现象，是世界经济一体化的发展。伴随进行的，是大众传媒中经济术语的一体化。现在，人们对于“零和博弈”、“囚徒困境”、“双赢对局”这些本来属于博弈论（game theory）的专门术语，已经耳熟能详。难怪“当代最后一个经济学全才”保罗·萨缪尔森（Paul Samuelson）教授，在他生命的最后年月，告诫我们说：“要想在现代社会做一个有文化的人，你必须对博弈论有一个大致的了解。”

经典意义上的经济学，以经济主体人的自利行为以及相应的市场反应作为研究的出发点。无论是消费者还是生产者，也无论是竞争形势还是垄断形势，基本上是经济主体人面对市场做出自己的最优决策。形势严峻也好宽松也好，行为的结果都是主体人自己决策的结果。

拿同质商品的市场来说吧，像垄断（monopoly）那样没有对手的决策是比较简单的，“计算”生产和供应多少东西到市场上去可以实现最大利润就可以了。这时候，所论商品的市场价格由市场的需求和垄断企业的供给共同决定，因此说垄断企业是价格的决定者（price maker）。当然还有另外“一个”价格决定者，那就是市场的需求，但是因为这个市场需求是千千万万消费者的消费意愿和消费能力的总和，所以它已经不再具有人格化的面貌。另一方面，像完全竞争（perfect competition）那样对手很多的情况下的决策也比较简单，因为对手多了，他们的意愿、能力，特别是他们的决策相互汇合，其中也包括相互抵消，结果“全体对手的决策”和市场需求合在一起，呈现可以预见的规律，从而可以把对手们的整体反应归结为主体人面对的“一个”不再具有人格化面貌的市场。因为占有市场份额很小的每个竞争企业，不能影响所论商品的市场价格，所以我们说竞争企业是价格的接受者（price taker）。这时候，给定商品的市场价格，竞争企业要做的，就是“计算”应该生产和供应多少商品到市场上去，才可以实现最大利润。

现代经济活动早已超出上述模式。特别是当主体人面对少数几个作为对手的主体人的时候，主体人决策的后果，要由他自己的决策和他的对手的决策共同决定。前面说了，垄断和完全竞争这两种极端情形的决策，都是“计算型”决策。最困难和最不确定的是只有少数几个对手的情形，即所谓寡头经济（oligopoly），每一方的市场份额都很大，每一个主体人的行为后果，受对手行为的影响都很大。经济学特别地把两个企业合起来垄断或几乎垄断了某种商品的市场，称为双寡头经济（duopoly）。可口可乐公司和百事可乐公司，几乎垄断了美国碳酸饮料的市场，它们之间的争斗，就可以看作这个样子的争斗。

这种竞争，是相当人格化的竞争。每个主体人的行为，对对手的利益影响很大，每个主体人的利益，又受到对手的行为的很大影响。这种面临不确定性的决策，固然斗智斗勇，其中也有适应性很广的规律。博弈论就是研究利益关联（包括利益冲突）的主体人的对局的理论，是分析人们在博弈中的理性行为的理论，是讨论人们在博弈的交互作用中如何决策的理论。

作为一门学科系统地学习博弈论，不是一件容易的事情。事实上目前在我国，许多最好的大学，也只在经济学研究生中开设比较全面的博弈论课程。这么说来，广大读者对博弈论似乎只好敬而远之了。其实不然。系统地讲授博弈论固然对学生有很高的要求，但是通过比较浅显的例子和故事普及博弈论的一些知识和方法，阐发博弈论的一些思想和观念，应该还是大有作为的。

本着这个宗旨，本书从囚徒困境、情侣博弈、诺曼底登陆模拟和慕尼黑谈判模拟等入手，介绍静态博弈、动态博弈、纳什均衡、零和博弈、双赢对局、帕累托优势、子博弈精炼纳什均衡等博弈论的基本概念，以及劣势策略消去法、相对优势策略下画线法、确定混合策略纳什均衡的反应函数法、动态博弈的倒推法等博弈论基本方法，帮助具有中学文化程度的读者了解博弈论的若干初步知识。

本书最早的版本，是1998年在中国经济出版社出版的《博弈论平话》，后来在2004年扩充成《新编博弈论平话》在中信出版社出版，在2007年又按照概念和方法的内在逻辑重新整理并且扩充成为《人人博弈论》在中信出版社出版，三个版本都连续重印多次。

后来我们按照读书市场的反馈，修枝剪叶，把《人人博弈论》缩编

成本书呈现在读者面前。篇幅虽然比较小，却已经把绝大部分至少在大学本科才能够课堂学习的博弈论内容，比较浅白地向读者展开了。没有牵涉进来的，只是那些需要高等数学的极限理论和概率论贝叶斯公式才能够说明白的概念和方法——我们总不能要求普及读物的读者预先具备包括概率论在内的高等数学知识吧。

反过来说，现在比较好的大学才能够教授的博弈论课程的内容，凡是不使用高等数学的，我们在本书中已经讲得相当清楚了，而且叙述方式要浅白得多。说到数学方法，我们实际上只用到加减乘除。学问讲究发现的乐趣和心得的喜悦，讲究润物细无声。我们并不追求面面俱到，只是努力以朴实浅近的文字唤起读者对博弈论和现代经济学的好奇心。

在进行博弈分析的时候，对于同时决策博弈，需要画出矩阵形的表格，对于先后决策的博弈，需要把博弈表达为一棵“树”。这是学科本身的要求。除此以外，只要有可能，我都用几何图形代替数字计算和代数推导。这也是作者风格的一个体现。

最大的变化，则是新写了一节“囚徒困境两败俱伤的隐含条件”。大家知道，囚徒困境是博弈论最重要的一个模型，“囚徒困境导致两败俱伤”，差不多已经成为人们的共识。可是囚徒困境之所以导致两败俱伤，是有它的前提条件的，忽略这个前提条件，就会误导学生和读者误用囚徒困境导致两败俱伤的这个结论。

现在这个2017版本，则增加了一个后记“从夏普利获得诺贝尔经济学奖谈起”，算是补充了一些晚近的资料。

我的电子信箱是lnswzk@mail.sysu.edu.cn和ch84111987@163.com，敬祈读者和专家继续帮助和批评。

王则柯 识于庚寅年秋

丁酉年春修订

# 第一章
# 博弈三要素与囚徒困境

这一章是全书的一个导引，首先回顾博弈论普及工作的成效，远溯30多年前作者自己怎样被博弈论吸引。最重要的，则是通过“囚徒困境”博弈，说明表达一个博弈必须明确博弈参与人、他们可以选择的策略或者行动，以及在每种策略组合之下参与人的博弈所得即支付这样三个要素。我们还以“囚徒困境”为例，说明什么是博弈参与人的严格优势策略，什么是博弈的严格优势策略均衡，并且演示寻找严格优势策略均衡的劣势策略消去法。

这一章还谈到“双赢对局”的概念，以及基数支付和序数支付的关系。

# 民营书店的价格大战

我坐在从广州到杭州的CZ3803航班上，翻阅当天的《南方都市报》。西湖和钱塘江是我喜欢的地方，在大学里教书以及和同学们探讨经济学是我喜欢的工作。现在有人请我到西湖旁边做我喜欢的工作，实乃人生乐事。说起教书，我在经济学院校讲授的主要是微观经济学、博弈论和信息经济学，不敢随便揽别的活儿。

报纸对开的B8和B9两版的大字标题映入我的眼中：

北京两大书店分别以7.5折和7折应对竞争，引发价格大战

书价跳水

原来，2006年9月1日，号称北京市最大书店的“第三极书局”广告宣布：“请允许我热烈地爱读者一回——从9月1日至10月20日，全场图书7折。”

这个消息早在预料之中。事实上早在一个半月以前，紧邻第三极书局的中关村图书大厦，就已经打出“7月15日至8月15日全场图书7.5折”的条幅，后来又打出“8月19日至10月15日，继续全场7.5折”的广告。这样连续的打折倾销，叫旁边的第三极书局怎么受得了？

对开两版其他文字的标题是：

打折是无奈之举：这是割喉战？

打折风起云涌：7折还能赢利吗？

打折之后：各方力量开始博弈

最坏的结果：劣币驱逐良币

国营PK民营：需要那么多高度同质化的书城吗？

配题大照片的文字则是：

第三极书局推出全场7折，不仅是对竞争对手的应战，对全国图书零售业或许都将产生系列震荡。

你看，诸如国营、民营、零售、竞争、打折、博弈、对手、赢利、同质化，全是经济学词汇，真是硝烟弥漫。其中什么叫作竞争、什么叫作赢利、什么叫作同质化，是微观经济学需要厘清的概念，至于博弈和对手，当然属于博弈论的范畴了。所以这一组文章引起我的兴趣。

所谓“国营PK民营”，背景在于中关村图书大厦是新华书店系统的“巨无霸”，面积1万平方米，而第三极书局是民营书店，面积接近2万平方米。按照记者的说法，第三极书局是迄今最大的民营书店。至于网络用语“PK”的准确含义，我并不十分有把握，但是从上下文看，应该是对手战或者对决的意思。由于两家巨型书店开打如此惨烈的价格战，附近的中小型书店也就只好跟进。一家网上书店甚至开出6.9折的超低价。

对开两版中最长的一篇文章，题为“我们的书价虚高吗？”，其中5个小标题是：

拆解图书利润链条

定价的差异何在？

书业面临“囚徒困境”？

打折的几种可能性

图书相对购买力低

其中“囚徒困境”已经是博弈论的专门术语了，“囚徒困境”是最典型的一种博弈模式。

两版报纸，让我浮想联翩。作为热心于普及经济学知识的学者，我高兴地看到，以科普小册子《博弈论平话》1998年在中国经济出版社出版为标志，经济学人普及博弈论知识的多年努力，已经遍地开花。传媒和大众都知道“价格大战的囚徒困境”的说法，就是一个明证。有些提法不大准确，例如价格大战已经非常惨烈了，却说“各方力量开始博弈”。不过，这恐怕也是赶着写稿发稿，遣词造句难免欠斟酌的缘故。真的问一句“怎么这时候才开始博弈”，记者自己一定马上醒悟过来。

“囚徒困境”非常重要。历史上，学人杜撰的“囚徒困境”模型和其他一些模型，不但曾经孕育了“纳什均衡”这一个博弈论最重要的概念，而且解说了博弈论一种重要的方法。原则上说，我们这本介绍博弈论一些主要概念和基本方法的书，也将从“囚徒困境”模型开始。

不过在此之前，我愿意先说说当初自己怎样被博弈论吸引。

# 我怎样被博弈论吸引

1981年秋天，我受中山大学派遣，到美国普林斯顿大学数学系进修两年，邀请人是在数学系和在经济学系都有办公室的库恩（Harold W. Kuhn）教授。部分由于中山大学体现了中山大学和岭南大学两所大学的传承，在普林斯顿我结识了在那里经济学系任教的岭南大学学长邹至庄（Gregory C. Chow）教授和他的夫人、主持普林斯顿大学国际中心的邹陈国瑞女士，得到他们的很大帮助。这两种人际关系，种下了我后来从事经济学教育的基因。

但是还有一个小小的因素，那就是我曾经被博弈论的一道很浅的习题深深吸引，心灵感受震动：原来，大学博弈论练习可以设计得那么深刻而有趣。

当时，我已经快40岁了，主要的课题，是在库恩教授的带领下，计算复杂性理论的研究。我没有修很多课，但是乐意收集习题。那道习题深深地打动了我，以至于我花了一天时间“不务正业”，给上海的《科学画报》投稿，向中学生介绍这个博弈论故事。

普林斯顿大学的那道习题是这样的：

> 如果给你两个师的兵力，由你来当“司令”，任务是攻克“敌方”占据的一座城市，通往城市的道路只有甲乙两条，而敌方的守备力量是三个师。规定：双方的兵力只能整师调动；当你发起攻击的时候，你的兵力超过敌方，你就获胜；你的兵力比敌方的守备兵力少或者相等，你就失败。那么，你将如何制订攻城方案？

如果你不懂博弈论，看到这样的题目难免会抱怨：为什么给敌方三个师的兵力而只给我两个师？这太不公平。兵力已经吃亏，居然还要规定兵力相等则敌胜我败，连规则都不公平，完全偏袒敌方。这游戏实在没法玩。为此你也许会大为不满，你这个“司令”要来个躺倒不干。

其实，运用博弈论的方法稍加分析，就可以知道这次模拟“作战”，

每一方取胜的概率都是50%，即谁胜谁负的可能性是一半对一半。你这个“司令”能否神机妙算，指挥队伍克敌制胜，还得看你的本事。

为什么说取胜的概率是一半对一半呢？那就让我们先学一点儿“纸上谈兵”。

我们来分析一下：敌方有三个师，布防在甲乙两条通道上。由于必须整师布防，敌方有4种部署方案，即：

A. 三个师都驻守甲方向；

B. 两个师驻守甲方向，一个师驻守乙方向；

C. 一个师驻守甲方向，两个师驻守乙方向；

D. 三个师都驻守乙方向。

同样，你有两个师的攻城部队，可以有3种部署方案，即：

a. 集中全部两个师的兵力从甲方向攻击；

b. 兵分两路，一师从甲方向，另一师从乙方向，同时发起攻击；

c. 集中全部两个师的兵力从乙方向攻击。

我们把双方的部署方案都叫作策略，那么敌方有4种策略可供选择，我方有3种策略可供选择。4乘3等于12，所以一共有12种策略组合，或者说12种可能的策略对局。在下面3行4列的表格左边，我们写上“我方”和可供我方选择的3种策略a、b、c，上面写上“敌方”和可供敌方选择的4种策略A、B、C和D。这样，每个格子就表示一种策略对局。

每个格子里面，如果我们用左下方的“＋”表示我方攻克，用左下方的“–”表示我方攻城失败，用右上方的“＋”表示敌方守住，用右上方的“–”表示敌方城池陷落，那么就可以得出下述交战双方的胜负分析表：

敌方

| 我方 | A | B | C | D |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| a | +<br>– | +<br>– | –<br>+ | –<br>+ |
| b | –<br>+ | +<br>– | +<br>– | –<br>+ |
| c | –<br>+ | –<br>+ | +<br>– | +<br>– |

攻防作业演练

假设你这个“司令”采取a方案，那么如果敌方采取A方案，你的两个师将遇到敌方三个师的抵抗，你要败下阵来，所以描述我方的a策略与敌方的A策略相碰的格子里面，左下方是–，右上方是＋；如果敌方取B方案，你的两个师遇到敌方两个师以逸待劳的抵抗，你也要败下阵来，所以描述我方的a策略与敌方的B策略相碰的格子里面，同样是左下方–，右上方＋；但是如果敌方取C方案，你以两个师打敌人一个师，你就会以优势兵力获得胜利，结果在描述我方的a策略与敌方的C策略相碰的格子里面，是左下方＋，右上方–；同样，如果敌方采取D方案，你攻在敌方的薄弱点上，你就能长驱直入，轻取城池，结果在描述我方的a策略与敌方的D策略相碰的格子里面，也是左下方＋，右上方–。其他两行的格子里面的＋和–，也是这个道理。

你看，在所有可能的12种策略对局之中，有一半你这个“司令”取胜，有一半敌方取胜，可不是一半对一半？

兵力偏袒敌人，规则也偏袒敌人。如此不公平的一个博弈，敌我双方取胜的概率竟然相等。你看到博弈论“纸上谈兵”的魅力了吧？

# 如此不公平，取胜概率却相等

上一节交战双方的胜负分析表，还可以一步一步尽量化简，得出更加醒目的图像。

怎么化简呢？如果先从我方入手，3种策略当中一下子是分不出优劣来的。a和b，b和c，a和c之间，都说不上谁比谁优，谁比谁劣。于是，我们从敌方入手，尝试站在敌军的立场，比较4种不同的策略。

先比较策略A和B。如果我方采取策略a，那么敌方取策略A或者策略B都会赢，结果一样。如果我方采取策略b，敌方取策略A会输取策略B会赢。如果我方采取策略c，敌方采取策略A或策略B都会输。可见，站在敌方的立场，策略B比策略A好：采取策略A会赢的话（如我方采取a），采取策略B一定也会赢；采取策略A会输的话（如我方采取b或c），采取策略B却不一定会输，因为假如我方取策略b，敌方就赢了。比较敌方的策略A和B，我们知道B是敌方的优势策略，A是敌方的劣势策略。同样，比较敌方的策略C和策略D，我们知道C是敌方的优势策略，而D是敌方的劣势策略。

| 我方 \ 敌方 | A | B | C | D |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| a | − ＋ | − ＋ | ＋ − | ＋ − |
| b | ＋ − | − ＋ | − ＋ | ＋ − |
| c | ＋ − | ＋ − | − ＋ | − ＋ |

攻防作业演练（1）

智慧的或者说理性的博弈参与人，是不会采用自己的劣势策略的，所以当做出博弈的上述矩阵表示以后，如果发现劣势策略，我们就应该把它划去，如上图两条竖直的灰线所示。

| 我方 \ 敌方 | B | C |
|---|---|---|
| a | + / − | − / + |
| b | + / − | + / − |
| c | − / + | + / − |

攻防作业演练（2）

现在，剩下上面那个3行2列的矩阵，6个格子中，敌胜我负的比较多，似乎敌方的赢面比较大。其实不然。因为到了敌方不会采用A和D这两种“笨蛋”策略的时候，到了敌方只剩下B和C两个较优策略的时候，我方的a、b、c这3个策略之中，原来显不出劣势的策略b，现在很明显是劣势策略了。你也不是笨蛋，所以你这个“司令”也应该把你的劣势策略b删去。最后，得到下面那个两行两列的矩阵博弈表示。

| 我方 \ 敌方 | B | C |
|---|---|---|
| b | + / − | − / + |
| c | − / + | + / − |

攻防作业演练（3）

情况最终就是这样：敌方必取B策略或C策略那样的二一布防，一路两个师，另一路一个师，而我方必集中兵力于某一路实施攻击，即a或c那样的攻击策略。这样，你若攻在敌方的薄弱处，你就获胜；你若攻在敌人兵力较多的地方，你就失败。总之，敌我双方获胜的可能性还是一样大。

所以，“司令”先生，请不要躺倒不干，你并不比对方吃亏。

这两节介绍的那个博弈论练习，有一个醒目的标题，叫作：诺曼底登陆模拟博弈。

原来，第二次世界大战进行到1944年的时候，以艾森豪威尔为总司令的盟军，经过近一年的准备，在英国集结了强大的军事力量，准备横渡英吉利海峡，在欧洲开辟第二战场。当时可供盟军渡海登陆的地点有两个：一是塞纳河东岸的布隆涅—加来—敦刻尔克一带，另一个是塞纳河西岸的诺曼底地区。

在诺曼底登陆模拟博弈中，所谓我军，就是艾森豪威尔为统帅的盟军，所谓敌军，就是法西斯德国军队。这虽然是一个模拟的例子，却具有相当的现实意义。跨海作战，攻方能够调动来渡海作战的兵力，通常总是比守方可以用于守备的兵力少。模拟博弈中假设攻方兵力为两个师而守方的兵力为三个师，背景就是这样。另外，渡海登陆作战，通常至少在一开始的时候，攻方要承受很大的牺牲。模拟博弈中规定若攻守双方兵力相等则攻方失败，就体现了这个意思。

# 囚徒困境与博弈三要素

一次严重的纵火案发生后，警察在现场抓到甲乙两个犯罪嫌疑人。事实上，正是他们为了报复而一起放火烧了这个仓库，但是警方没有掌握足够的证据。于是，警方把他们隔离囚禁起来，要求坦白交代。如果他们都承认纵火，每人将入狱3年；如果他们都不坦白，由于证据不充分，他们每人将只入狱1年；如果一个抵赖而另一个坦白并且愿意做证，那么抵赖者将入狱5年，而坦白者将得到宽大释放，免于刑事处罚。这样，两个犯罪嫌疑人面临的博弈格局如下面表格所示。和前面几节一样，每个格子中左下角的数字是甲的博弈所得，右上角的数字是乙的博弈所得。现在，这些数字都不是正数。

| | | 乙 坦白 | 乙 抵赖 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 坦白 | −3<br>−3 | −5<br>0 |
| | 抵赖 | 0<br>−5 | −1<br>−1 |

囚徒困境

表述一个博弈的基本要素有三个：第一，参与人或者局中人（players）；第二，他们可选择的行动（actions）或策略（strategies）；第三，所有可能的对局的结果，用局中人在相应对局下的博弈所得来表示，这个博弈所得，叫作赢利、赢得、得益或支付（payoffs）。将来，我们主要采取“支付”的说法。这里注意，“支付”要理解为因为他们参与博弈所得到的支付，而不是他们付出的支付。

在诺曼底登陆模拟博弈中，博弈的两个参与人是盟军和德军；盟军可以选择的策略是a、b、c，德军可以采取的策略是A、B、C和D；博弈的各种对局下双方之支付则是相应格子中的＋和–，或者我们可以把它们改写为＋1和–1。而在这一节前面介绍的博弈中，博弈的两个参与人是犯罪嫌疑人甲和犯罪嫌疑人乙；他们可以选择的策略都是同样的两个，即坦白和抵赖；甲在各种对局下之博弈所得，是相应格子里面左下角的数字，乙在各种对局下之博弈所得，是相应格子里面右上角的数字。

概括起来，三要素是：

参与人或者局中人；

他们可以选择的行动或策略；

每个参与人在各种对局下的博弈所得，叫作赢利、赢得、得益或支付。

这种用矩阵形式的表格表示两个参与者的博弈所得的做法，来自博弈理论的一位先驱者托马斯·谢林（Thomas C. Schelling）。美国普林斯顿大学经济学系的迪克西特（Avinash K. Dixit）教授以及耶鲁大学经济学和管理学教授奈尔伯夫（Barry J. Nalebuff）在他们的博弈论普及读物《策略思维》中告诉我们，谢林教授曾经说过："假如真有人问我有没有对博弈论做出一点儿贡献，我会回答有的。若问是什么，我会说我发明了用一个矩阵反映双方得失的做法……我不认为这个发明可以申请专利，所以我免费奉送，不过，除了我的学生，几乎没有人愿意利用这个便利。现在，我也供给各位免费使用我发明的矩阵。"

谢林教授这么说，实在是太谦虚了。要知道，他在1960年出版的著作《对抗的策略》，迄今是博弈论方面很有影响的文献。他的其他论著，有《抉择与后果》、《军备与势力范围》、《策略分析与社会问题》等。他对博弈论有非常大的贡献。虽然谢林教授的博弈论写作以著作为主，与其他博弈论学者以论文为主很不相同，并且谢林的写作以语言描述为主，很少采用更加时髦的数学形式的推导，但是他对于博弈论的巨大的和启发性的贡献，最终还是得到国际学界的承认。喜欢语言描述的谢林教授和非常数学化的奥曼（Robert Aumann）教授，因为对于博弈论的巨大贡献，一起获得2005年度的诺贝尔经济学奖。

# 从囚徒困境说严格优势策略均衡

回到上一节开始讨论的嫌疑犯博弈问题。如果两个嫌疑犯都是只为自己利益打算的所谓理性主体人（rational agent），两位犯罪嫌疑人博弈可能的结果会怎样呢？要是乙抵赖，那么，如果甲坦白甲就可以得到宽大释放；要是乙坦白，那么，如果甲也坦白甲要坐3年牢，但是如果甲抵赖甲可要坐5年牢。可见对于甲来说，不管乙采取什么策略，他坦白自己总是比较有利的。所以两相比较，坦白是他的全面的严格的优势策略。

全面，指的是不论对方采取哪个策略，我的这个策略总显示优势：对方坦白，我坦白比抵赖好；对方抵赖，我也是坦白比抵赖好。严格，指的是这个优势策略的结局确实要好一些：对方坦白，我坦白得–3确实比抵赖得–5好；对方抵赖，我坦白得0也确实比抵赖得–1好。这里，严格是说：–3不仅仅是不差于–5，而且是严格好于–5；0不仅仅是不差于–1，而且是严格好于–1。“全面的严格的优势策略”说起来拗口，我们约定以后可以简称为严格优势策略（strictly dominant strategy）。优势劣势是比较而言的。在这个博弈中，既然坦白是严格优势策略，那么抵赖就是相应的严格劣势策略（strictly dominated strategy）。

同样道理，坦白也是犯罪嫌疑人乙的全面的严格的优势策略，抵赖是相应的严格劣势策略。

理性的主体人是不会采用对自己明显不利的严格劣势策略的，所以在分析博弈可能的结局的时候，我们应该把局中人的严格劣势策略删去。下图中一横一竖的两条粗实线，就代表两个参与人各自把自己的严格劣势策略删去。在这个博弈中把双方的严格劣势策略都删去以后，我们就得到这样的结论：博弈的结局是双方都选择“坦白”策略，在双方博弈的这个对局之下，他们各得支付–3。

| | | 乙 坦白 | 乙 抵赖 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 坦白 | **–3**，**–3** | 0，–5 |
| 甲 | 抵赖 | –5，0 | –1，–1 |

劣势策略消去法

经济学习惯把市场力量对峙的稳定结局，叫作市场均衡（equilibrium）。比方说电视机的市场，供不应求将驱使价格上升，供大于求将迫使价格下降，供求力量对峙的结果，会在某个价格水平达到市场供求的均衡。但是像上面这样用删去劣势策略的方法得到的由双方的严格优势策略组成的对局，作为这个博弈的均衡，叫作**严格优势策略均衡**（equilibrium of strictly dominant strategies）。

这个博弈有一个一直沿用的专门名称，叫作**囚徒困境**（Prisoner’s Dilemma），所谓囚徒就是上面讲的嫌疑犯。在囚徒困境两行两列的矩阵格式中，下面一行对应的是甲的严格劣势策略，右面一列对应的是乙的严格劣势策略，把它们都删去，就得到“坦白，坦白”得“–3，–3”这个严格优势策略均衡。注意，在“–3，–3”或者（–3，–3）这样的写法中，第一个数字是甲之所得，第二个数字是乙之所得。总之，面对上述形式的博弈表达，在（–3，–3）这样的写法中，第一个数字是表格左方博弈参与人之所得，第二个数字是表格上方博弈参与人之所得。

为节约篇幅，今后有时候将只在“矩阵表格”里用黑体字把结果的位置表示出来。注意，这里讲的严格优势策略，是全面的严格的优势策略：不论对方采取什么策略，我采取这个策略总比采取任何别的策略都好，而且要确实显出好来，不许“打平手”。被全面的严格的优势策略压住的那个策略，才叫作严格劣势策略。像上面那样通过把严格劣势策略删去的方法寻求对局结果的方法，叫作**严格劣势策略消去法**。如果甲乙都有三四个甚至更多的策略选择，通常需要一次一次又一次把严格劣势策略删去，才能最后得到一个均衡。这样一次一次把严格劣势策略删去以寻求对局结果的方法，叫作**严格劣势策略逐次消去法**（iterated elimination of strictly dominated strategies）。

# 价格大战和双赢对局

“囚徒困境”固然是博弈论专家设计的例子，但是囚徒困境博弈模型可以用来描述两个企业的“价格大战”等许多经济学现象。

经济学把两个企业合起来垄断或几乎垄断了某种商品的市场的情形，称为双寡头经济。双寡头经济是寡头经济的一种。寡头经济可以有好几个企业，双寡头只限于两个企业。两个企业互相竞争，都想打垮对手，争取更大的利润。可口可乐公司和百事可乐公司，几乎垄断了美国碳酸饮料市场，它们之间的争斗，可以看作这个样子的争斗。

争斗的目的，最后当然是增加自己企业的利润。可能有些读者会想，要增加利润，那就要提高商品的价格。东西卖得贵了，钱不就赚得多了吗？的确，如果只有你一家企业垄断了整个市场，提高价格可能增加你的利润。但是现在存在两家相互竞争的企业，消费者可以在两家之间选择。这时候，提价的结果不仅不能增加利润，反而可能会使自己企业的利润下降。这里，要紧的因素是市场份额。如果你提价，对方没有提价，你的东西贵了，有些消费者就不买你的东西而买你的对手的东西。这样，你的市场份额会下降很多，利润也就急剧下降。这是历经市场经济洗礼的读者都明白的道理。你提价了，而对方的价格没有提高，他的生意会比原来好得多，利润就可能大幅度上升。但是如果两个企业都采取比较高的价格，消费者没有别的选择，贵也得买，两个企业的利润都会上升。

假定两个企业都采取比较低的价格，可以各得利润30亿美元；都采取比较高的价格，可以各得利润50亿美元；而如果一家采取较高的价格而另一家采取较低的价格，那么价格高的企业利润为10亿美元，价格低的企业因为多销利润将上升到60亿美元。这时候，究竟是采用较高的价格好还是采用较低的价格好，两个企业面临的博弈或对策，可以在下图中表示出来，单位是10亿美元，现在都是正数。因为是关于对策的学问，博弈论也叫作对策论。

百事可乐

| 可口可乐 | 低价 | 高价 |
|---|---|---|
| 低价 | 3<br>3 | 1<br>6 |
| 高价 | 6<br>1 | 5<br>5 |

价格大战

很明显，对于两个企业，高价都是它们的严格劣势策略，所以，根据严格劣势策略消去法，双方价格大战的结果，是左上方都采取低价策略进行价格大战各赚30亿美元的情况。

比较囚徒困境的博弈和价格大战的博弈，细心的读者可以发现，要是把前面两节囚徒困境博弈的矩阵表示中的每个数字都加上6，正好就变成了现在价格大战博弈的矩阵表示。如果你一开始就发现了这一点，那么价格大战的结果就不需要重新用严格劣势策略消去法来做了，你马上可以肯定博弈的结果是左上方的格子所示。事实上，每个数目都加大6，那么优势的仍然优势，劣势的仍然劣势，对局形势并没有任何实质性的变化。将来我们还会进一步看到，许多商战的对策形势，都可以像价格大战博弈那样，归结为囚徒困境博弈。这也是为什么博弈论的书通常都要从囚徒困境博弈讲起的道理。

为什么两个企业那么愚蠢要进行价格大战呢？那是因为每个企业都以对方为敌手，只关心自己一方的利益。在价格大战博弈中，只要以对方为敌手，那么不管对方的决策怎样，自己总是采取低价策略会占便宜。这就促使双方都采取低价策略。但是，如果双方勾结或合作起来，都实行比较高的价格，那么双方都可以因为避免价格大战而获得较高的利润。有人把这样一种双方都采取高价策略的对局形势，叫作双赢（two-win或者win-win）对局。

由于在这个企业价格大战博弈之中，如果双方勾结或联手采取高价策略，双方将都是双赢对局的赢家，所以我们常常把价格大战的参与人采取高价策略，说成他们采取合作策略。相应地，如果参与人采取低价策略，就说他采取不合作策略，或者背叛策略。

# 为什么主要讨论非合作博弈

博弈论主要研究非合作的博弈。本书也将基本上不谈合作或勾结的情形。这有两方面的原因。

从经济的角度来看，如果几个大企业联手或勾结起来形成对行业的垄断，谋求最大利润，那么它们结成的联盟，称为“卡特尔”（Cartel）。卡特尔因为由自主的企业组成，所以很不稳定。以产量竞争来说，组成卡特尔，就要讨价还价，达成限制产量的协定，总产量因为协定的限制降低了，价格就会上去，可能比结成卡特尔以前高出很多。这时候，谁要是偷偷地扩大产量，它可能会占到很大的便宜。卡特尔联盟和组成联盟的成员之间的关系，不是上下级的关系，不是谁服从谁的关系。卡特尔的成员，都是独立的经济主体，只不过为了利益走到一起来了。既然偷偷违反协议增加产量或提供优惠会捞到很大的便宜，这就促使一些成员违反协议。所以说，卡特尔行为本身就提供了瓦解卡特尔的激励。在人类经济活动中，除了石油输出国组织欧佩克（OPEC）还算比较成功以外，卡特尔成功的例子实在很少。

欧佩克之所以比较成功，重要的原因在于它最大的成员沙特阿拉伯“自律”较严。石油产量最大的沙特阿拉伯自律严了，就可以在相当程度上避免或缓和其他成员违反协议对卡特尔的危害。沙特之所以自律较严，也是自己的利益所在。

从政府管制的角度来看，卡特尔在许多情况下是非法行为。20世纪80年代电风扇大战的时候，我国电风扇企业曾经一起协议制定最低价格，规定什么类型的电风扇至少要卖多少钱，不许把价格降到比协议规定的价格还低的位置，其目的无非是不要竞相降价，以免大家的利润都下降。这就是卡特尔行为。很快，国务院就发出文件，指出协议非法。这主要是不许企业联手抬高商品价格损害消费者的利益。从原则上说，政府鼓励企业之间的竞争。企业竞争，会给广大消费者带来很大的好处。比如在20世纪90年代初期，我国移动电话市场原来基本上是一家垄断，设置使用一部移动电话的费用，高达数千元甚至上万元。后来打破这一垄断，允许几家企业经营，设置一部移动电话的费用，很快就下降到千元以下。

初看起来，鼓励竞争似乎对企业不利，使企业不容易赚钱。但是只有这样，才能激励企业改善管理，开发技术，努力以较低的成本生产质量较好的东西，提高企业的市场竞争力。由于历史的原因，我国绝大多数企业在国际市场上的竞争力曾经长期很低。竞争力不是天生就有的，竞争力本身就是竞争的结果。不先让我们的企业在国内市场好好竞争，它们在国际市场就不可能有强大的竞争力。我们在下一章会比较深入地展开这个问题。

发达国家对垄断现象和卡特尔现象的限制往往更加严厉。20世纪70年代，美国两家航空公司的老总在电话交谈中有一句话有试探对方票价走向的意图，马上受到反托拉斯局的检控和惩罚。更典型的例子是，20世纪80年代，经过多年的辩论和漫长的立法程序，美国把原来垄断电话通信市场的AT&T（美国电话电报公司）强行分割为几个公司。分割以后，由于公司之间的竞争，电话服务的价格很快就下降了一半，再加上竞争激励出来的技术进步，现在用电话卡从美国往中国打电话，每分钟只要几美分。我国电话服务市场曾经长期是垄断的，所以直到20多年前，在我国许多地方，装一部电话不仅要花三四千元，还要排队等待不少时间才能装上。但是在许多发达国家，如果你要装电话，只需通知电话公司，马上就会给你装好，完全不用缴纳什么安装费。由于竞争，如果你把选择的电话服务从原来的公司撤出来转到另一家公司，新的公司还马上会给你奖励，比如说奖励你30分钟的国内长途电话费，再加一件T恤什么的。现在，我国电话服务市场开放竞争，不仅消费者马上在话费等方面得到实惠，电话服务水平也明显上升。

由于合作和勾结不容易，也由于政府多半都鼓励竞争，所以，我们将主要研究非合作博弈。

# 公共品供给的囚徒困境

公共品和私人品，性质很不一样。私人品是私有私用，除了像他穿得整齐你看着也舒坦那样十分间接的效应以外，别人很难沾什么光。公共品则不一样，不管是谁提供的，许多人都可以享用。典型的如路灯，只要有人装了，路人都将得到好处，哪怕他没有为此贡献过一分一厘。

设想乡下某个地方有一个只有张三李四两户人家的小居民点，由于道路情况不好，与外界的交通比较困难。假设修一条路出去，每家都能得到“3”那么多好处，但是修路的成本相当于“4”。这时候要是没有人协调，张三李四各自打着是否修路的小算盘，那么两家博弈的形势如下：如果两家联合修路，每家分摊成本“2”，各得好处“3”，两家的纯得益都是“1”；如果一家修另一家坐享其成，修的一家付出“4”而得到“3”，得益是“–1”，坐享其成的一家可以白白得益“3”；如果两家都不修路，结果两家的得益都是“0”。归纳起来，就是下面的博弈。

| 张三 \ 李四 | 修 | 不修 |
|---|---|---|
| 修 | 1, 1 | –1, 3 |
| 不修 | 3, –1 | **0**, **0** |

合作修路博弈

坐享其成的一家可以白白得益“3”，是因为我们假设修路的一方并不因此获得路权，即他不能因为修了路就不让邻居走。

在这个博弈中，对方修路、自己不修路可以坐享其成；对方不修路、自己修路将得不偿失，所以修路是张三的严格劣势策略，我们应该把它消去。同样，修路也是李四的严格劣势策略，所以也应该把它消去。这样运用严格劣势策略消去法，我们就得到黑体字所示的这个博弈的严格优势策略均衡：两家都不修路，大家都得0。

一般来说，如果张三只有李四一家邻居，李四只有张三一家邻居，他们多半关系比较好，会互帮互助。这样的两家，自然会好好商量修路的问题，一起把路修好，大家都得到好处。相反的极端情形，两家有

仇，也是可能的，那就麻烦了，不是什么修路不修路的问题，迟早要出事。但是，这两种情形，因为掺杂了别的因素在里面，所以都不在博弈论讨论之列。

如果不另外声明，博弈论讨论所牵涉的局中人，都是经济学上所讲的“理性人”，他们只为己，但是并不刻意害人。现在城市公寓里面的不少居民，在邻居关系上，差不多就是这种理性人的关系。对于他们来说，都市化进程的一个副产品，就是“身旁的人已不再熟悉”，陌如路人。如果没有公寓物业管理方面的制度安排，新公寓家家装修一流，可是楼道却杂乱无章，常常还阴暗得很。路灯坏了，往往长久没有人修理。修路灯也和修道路一样，是一个大家都袖手旁观才是严格优势策略均衡的博弈。

这就是公共品供给的囚徒困境：如果大家都只从自己得益多少出发考虑问题，大家都只是打自己的小算盘，结果就谁也不作为，从而对局锁定在“三个和尚没水吃”的局面，无法实现合作双赢的前景。

所以，公共品问题一定要有人协调和管理。就一个国家来说，最重要的公共品是国防、教育、基础设施和其他政府部门。政府责无旁贷，要用好来自纳税人的钱，把文化教育、社会保障、基础设施和国防安全等事情做好。机关大院，居民小区，要有专人协调管理，把身边看起来很琐碎但是弄不好就很损害工作条件和生活环境的事情做好。

发达国家一方面比较讲究个人意志，另一方面对公共秩序的管理十分严格。比方说你买了房子，一方面房子连同地皮都是你的私产，另一方面你不能对你的私产为所欲为。哪怕只是草地没养好，破坏了小区的格调，社区也要管你。邻居对于你没有管护好草地影响了小区格调的抱怨，邻居对于你喜欢大声喧哗扰人清梦的抱怨，都会通过社区匿名地通报给你。

# 政治家的囚徒困境

同样，政治家们也会变成“囚徒困境”中的“囚徒”。迪克西特和奈尔伯夫的《策略思维》中讲了这么一个例子。

1984年，大多数政治家都很明白，美国联邦预算的赤字实在太高了。解决财政问题的基本思路，不外乎“节流”和“开源”。联邦的巨额开支每一笔都理据十足，所以裁减开支在政治上并不可行。这样一来，大幅增税应该是不可避免的。不过，谁愿意担当政治领导角色，带头主张这么做呢？议会政治的政治家以讨好选民为己任，而增税是选民最不喜欢的事情。民主党总统候选人沃尔特·蒙代尔（Walter Mondale）想要在自己的竞选活动当中为这么一个政策转变制造声势，却被罗纳德·里根打得落花流水，因为里根许诺“绝不加税”。1985年，这个议题陷入僵局，无论你怎么划分政治派别，无论是民主党还是共和党，无论是众议院还是参议院，无论是政府还是国会，各方都希望把提出加税的主动权推给对方。

从各方的角度看，最好的结果在于，另一方有人提出加税和削减开支，他们因此不得不付出政治代价。反过来，假如自己提出这样的政策，而对方坚守被动局面，并不附和，自己就会落得最糟糕的下场。双方都知道，与同时坚守被动，眼看巨额赤字上升而无所作为相比，联合起来共同倡议加税和削减开支，共同分享荣誉也分担谴责，显然会对整个国家更有利。即便对他们自己的政治生涯，从长期而言也会有好处。

这样，我们可以画出一个已经熟悉的表格，标明可能的策略和结果，将上述情况变成一个博弈。参与博弈的双方分别是民主党和共和党。为了表示谁更加倾向于怎么做，我们把每个结果按照各方的利益给出从1到4的排序，数字越小越好！每个格子左下角是共和党给出的排序，右上方是民主党给出的排序。

| | | 民主党 | |
|---|---|---|---|
| | | 主动 | 被动 |
| 共和党 | 主动 | 2<br>2 | 1<br>4 |
| | 被动 | 4<br>1 | 3<br>3 |

显而易见，对每一方而言，保持被动是一个优势策略。而这也是真实发生的事情，第99届国会根本没有做出任何加税决定。第99届国会确实通过了《格拉姆—鲁德曼—霍灵斯法案》（Gramm-Rudman-Hollings Act），这一法案规定以后必须实行削减赤字政策。不过，这只是一种伪装，好像采取了行动，实际却推迟了做出艰难抉择的时间。这一目的与其说是通过限制财政支出的做法做到了，不如说只是玩了一个会计上的小把戏。

# 基数支付和序数支付

细心的读者应该注意到，上一节政治家囚徒困境的支付矩阵，和我们前面讲过的支付矩阵很不一样。以前讲的支付矩阵，在运用劣势策略消去法的时候，都是把相应于支付数目小的策略删去，把相应于支付数目大的策略留下。但是上一节讲的政治家的囚徒困境，我们却把相应于数目大的策略删去，把相应于数目小的策略留下。这是很大的不同。

如果你在阅读上一节的时候，没有注意到这个差别，我就要责怪你读书粗心、不经大脑了。

究竟把小的删去还是把大的删去，不能任意胡来。关键是看大的好还是小的好，看大的表示好的还是小的表示好的。以前讲的支付，具体来说就是赢利、赢得或者得益，越大越好。但是上一节讲的政治家的囚徒困境，文字已经说清楚，“为了表示谁更加倾向于怎么做，我们把每个结果按照各方的利益给出从1到4的排序，数字越小越好”。每个格子左下角是共和党给出的排序，右上方是民主党给出的排序。这就是说，在每个博弈参与人的4种结果当中，1表示的是第一好的结果，2就是第二好，3就是第三好，而4是总共4种情形当中当事人认为最不好的情形。

日常生活中，人们常常用两种不同的数字方式表示好坏，表示不同的满意程度。一种是像百分制考试、托福、美国研究生入学考试（GRE）、跳水比赛、体操比赛、十项全能比赛的计分那样，分数越高越好。我们在介绍政治家的囚徒困境以前使用的所有支付表示，都是这样的表示。另外一种，是像体育比赛第几名这样的表示，第1名比第2名好，第7名比第23名强，等等，表示名次的数字越小越好。政治家囚徒困境的上述讨论，就采用了这样的表示方式。所以，以前是删小留大，现在是删大留小，但都是删劣留优。

数字是大的好还是小的好，这要看你使用什么制度。小学生比成绩，如果按百分制比，分数越高越好，如果按名次比，第1名比别的都好。

由此可见，数字表达好坏，有两种基本的制度：一种是像百分制那

样的基数（cardinal）表示制度，数字越大越好；另外一种是第1名最好的序数（ordinal）表示制度，数字越小越好。为什么叫作基数表示和序数表示呢？原来，按照语义学，数词分为两种：基数词和序数词。像1、95、7.8、–3.141　6等，是基数词，而第1、第2、第7等，是序数词。可见，基数词给出数值，而序数词给出排序。简单博弈表示中的支付，排出次序或者序次来，是最本质的操作，至于基数赋值究竟是多少，其实反而是第二位的。如果你在阅读本书的前面部分的时候，觉得价格大战中的6、3、1、5不好把握，（为什么不是7、3、1、5呢？）觉得下一章情侣博弈中的2、1、0这些数字不好把握，（为什么不是4、2、0呢？）那是相当正常的现象。但是究竟哪个比哪个好，你应该比较容易把握。这种对比，正好说明排序比基数赋值重要。

总之，以前讨论过的支付矩阵，都是基数支付矩阵，上一节讨论政治家的囚徒困境讲的支付矩阵，却是序数支付矩阵。有些读者不满足于了解博弈论的思想，而且决心掌握本书介绍的博弈论的初步方法。对于这些读者，建议你们把前面讲过的用基数支付矩阵讨论的博弈，全部改用序数支付矩阵重新讨论一次。这样，方法就掌握了。

值得注意的是，序数词不仅是第1、第2、第7等，我们也可以说第0，它比第1更好，可以说第7.8，介乎第7和第8之间。还可以说第–3.141　6、第π、第3π等，不一定是整数，也不一定是正数，甚至不一定是所谓的“有理数”。反正，原则是越小越好。

如果大家对序数表达不大习惯，暂时不使用也没有太大关系。记得我给大学一年级下学期的同学上“中级微观经济学”的第一课时，曾经打出下面这样一个标题：

第0章 预备知识

课堂里泛起一阵轻轻的笑声。笑声说明一些同学不习惯章节从0而不是从1排起。但是笑声很轻，并且很快过去，却又说明不习惯的同学马上就习惯了。所以，如果你对序数表达不习惯，那么我告诉你，这到头来还只是一个习惯不习惯的问题，没什么了不起。

作为一个教师，我更多的是体验这阵笑声传达的一种心心相印的意境。

# 美苏争霸的囚徒困境

军备竞赛是囚徒困境的又一个典型例子。下面讲的，源自30多年前美国的博弈论课本，本书不敢掠美。

从军事上看，40多年前，美国和苏联是世界上的两个超级大国，它们相互对垒。假定每一方都有两种策略选择，一个是扩军，发展战略核武器，甚至实施“星球大战”计划等；另一个是彻底裁军，直至不设军备。如果双方都扩军，则各要花费2 000亿美元用于军费。彻底裁军，则军费为0。

在一个弱肉强食的世界上，如果美国裁军不设防，但是苏联扩军，苏联就可以任意欺侮和损害美国。这样，美国就会受到很大损失。损失之大，直至丧失主权。这使我们可以非正式地把这种情况下美国的盈利记作–∞，即负无穷大。

这时候，欺侮人的一方的盈利是多少呢？你可能想象应该是＋∞，即正无穷大。其实不然。你想想，砍伐一片森林所造成的损失，难道可以用所得到的木材的价值来补偿吗？更不必说占领甚至炸毁对方一座城市，你所得到的远远低于对方的损失。被欺侮一方的损失，并不会等量地转化为欺侮人的一方的利益，这常常是对抗的规律。所以，在一方扩军欺侮别人而另一方裁军任人欺侮的情况下，我们假定欺侮人的一方将只掠夺到一个有限数额的财富，比方说10 000亿美元。这10 000亿美元的掠夺成本是上面讲的2 000亿美元。没有这2 000亿美元的军费来武装到牙齿，就不能征服对方。所以，在上述数据假设之下，掠夺者之纯盈利应该是8 000亿美元。

可见，如果双方都裁军，各方在这种实际上没有对峙的军事对峙中的盈利都为0。如果双方都扩军，那么在这场均势的军事对峙中，各方的盈利都等于–2 000亿美元，双方都花了军费嘛。如果一方扩军而另一方裁军不设防，扩军一方的盈利为8 000亿美元，不设防一方的盈利为–∞。这样，我们就可以写下美苏两家的争霸博弈。

| | | 苏联 | |
|---|---|---|---|
| | | 扩军 | 裁军 |
| 美国 | 扩军 | –2 000<br>–2 000 | –∞<br>8 000 |
| | 裁军 | 8 000<br>–∞ | 0<br>0 |

美苏军备竞赛

运用劣势策略消去法，我们马上知道，双方都扩军是这个争霸博弈唯一的优势策略均衡。以后我们还会知道，双方都扩军是这个争霸博弈唯一的“纳什均衡”。

40多年前，现实的军备竞赛形势，的确很像左上角格子代表的情形。这是很可悲的。人类为什么那么愚蠢，不和平共处于不花费军费的右下角呢？这本来是对双方都比较有利的情况呀。原因很简单：在一个弱肉强食的世界上，不论对方是扩军还是裁军，站在自己利益的立场，扩军总是比裁军有利。如果苏联裁军，那么美国也裁军将得0，美国若扩军将得8 000亿美元，所以为了自己的利益美国要扩军；如果苏联扩军，那么美国也扩军将损失军费开支2 000亿美元，美国若裁军将损失无穷大，所以为了自己的利益美国更要扩军。反过来也一样，这就造成了实际上和囚徒困境一样的争霸博弈均衡：双方都扩军，双方都损失。

值得一提的是，这是人们40多年前的数据和思维。现在，世界大势已经和那个时候很不相同。苏联解体，世界上只剩下美国这个超级大国。在美国现代史上，里根总统的地位为什么那么高？部分原因就是他的“星球大战”计划，拖垮了苏联的经济，为美国成为世界上唯一的超级大国创造了条件。

读者是否注意到，上面的分析，隐含美苏实力完全相当的假设条件，但实际情况却是苏联不像美国那么富强。如果苏联比美国弱一点儿，情况又会怎么样？这里说的“弱一点儿”，不妨具体想象为军力弱一点儿，但是整个经济实力弱很多。请试试做一个美苏军备博弈分析，体现苏联比美国弱一点儿的这种情况。你会发现，只要一方不是比另外一方弱得太多，两个超级大国还是会陷入军备竞赛的囚徒困境，直到较弱的一方被拖垮为止。

# 第二章
# 情侣博弈和协调博弈

如果博弈参与人没有严格的优势策略怎么办？难道参与人没有严格的优势策略的博弈，就没有稳定的结局了吗？情况并非如此。

这一章，我们借助“情侣博弈”引入博弈论最重要的“纳什均衡”的概念。由参与人的相对优势策略组成的策略组合，也是博弈的稳定的结局，因为在这种对局之下，没有参与人有单独改变策略选择的激励。这正是纳什均衡概念的精髓所在。

我们还介绍寻求纳什均衡的相对优势策略下画线法，并且借助情侣博弈试图澄清一些人对于现代经济学理性人假设的误解。

# 情侣博弈和纳什均衡

迄今我们讲过的博弈均衡，都是严格优势策略均衡。我们已经知道，这种由每个博弈参与人的严格优势策略组成的博弈均衡，可以用一次一次消去严格劣势策略的“严格劣势策略消去法”做出来。可惜，很多博弈没有严格优势策略组成的严格优势策略均衡。下面的情侣博弈就是一个例子。

情侣还讲什么博弈？你可能会这样问。其实，即使是情侣，双方的爱好或者偏好还是不完全相同的。设想大海和丽娟正在热恋。难得的周末又到了，安排什么节目好呢？周末晚上，中国足球队要在世界杯外围赛中和伊朗队进行生死之战。大海是一个超级球迷，国内的什么“中超”联赛都不肯放过，何况是不争气的国家队的生死大战？也正好是这个周末的晚上，俄罗斯一个著名芭蕾舞剧团莅临该市演出芭蕾舞剧《胡桃夹子》。丽娟最崇尚像钢琴、芭蕾这样的高雅艺术，对斯拉夫民族的歌唱和芭蕾更是崇拜得五体投地，她怎么肯放过正宗的俄罗斯芭蕾《胡桃夹子》？这么说，一个在自己家里看电视转播的足球比赛，一个去剧院看芭蕾演出不就得了？问题在于，他们是热恋中的情侣。各自度过这难得的周末时光，才是最不乐意的事情。这样一来，他们真是面临一场温情笼罩下的“博弈”。

| | | 丽娟 | |
|---|---|---|---|
| | | 足球 | 芭蕾 |
| 大海 | 足球 | 2, 1 | 0, 0 |
| | 芭蕾 | 0, 0 | 1, 2 |

情侣博弈

在情侣博弈中，双方都没有严格优势策略和严格劣势策略。我们不妨这样给大海和丽娟的“满意程度”赋值：如果大海看球，让丽娟一个人去看芭蕾，双方的满意程度都为0；两人一起去看足球，大海的满意程度为2，丽娟的满意程度为1；两人一起去看芭蕾，大海的满意程度为1，丽娟的满意程度为2。应该不会有丽娟独自看球而大海独自去看芭蕾的可能，不过人们还是把它写出来，设想因此双方的满意程度也都是0。这样来描述大海和丽娟的情侣博弈，你觉得怎么样？

读过前一章的读者知道寻求严格优势策略均衡的严格劣势策略消去法。现在，芭蕾不是大海的劣势策略，因为如果丽娟坚持芭蕾，他选足球只得0，选芭蕾却还可得1。足球当然更不是大海的劣势策略，所以，大海没有绝对的劣势策略。同样，丽娟也没有绝对的劣势策略。这样，严格劣势策略消去法就没有用武之地了。

但是，他们总会做出一个较好的选择，因为他们是热恋的情侣。博弈论中最重要的概念“纳什均衡”，指明了情侣博弈等一大类策略优势不那么明显的博弈的结局。策略优势不明显，指的是双方都没有“不论对方采取什么策略，我总是采取这个策略好”的严格优势策略。其实，我们只需关心一种双方“相对的优势策略”的组合。在情侣博弈中，双方都去看足球，或者双方都去看芭蕾，就是我们所说的相对的优势策略的组合：一旦处于这样的位置，双方都不想单独改变策略，因为单独改变没有好处。准确地说，是单独改变不会带来进一步的好处。比方说两人一起看足球，大海得2丽娟得1；如果大海单独改变去看芭蕾，变成自己得0，没有好处；如果丽娟单独改变去看芭蕾，也变成自己得0，同样没有好处。所以，两人一起去看足球，是稳定的博弈对局。按照同样的思路，两人一起去看芭蕾，也是稳定的博弈对局。

这样的思考引导我们得到纳什均衡（Nash equilibrium）的概念，纳什（John F. Nash）是在1950年建立这一概念的数学家，由于对博弈论做出奠基性的贡献，他在1994年荣获诺贝尔经济学奖。在情侣博弈中，双方都去看足球，或者双方都去看芭蕾，是博弈的两个纳什均衡。我们在博弈的上述表示中，用黑体数字表示两个纳什均衡的位置。

这里要注意的是，纳什均衡不是（2，1）和（1，2），而是（足球，足球）和（芭蕾，芭蕾），因为纳什均衡是双方策略的组合。两个纳什均衡分别是：大海选足球，丽娟也选足球；丽娟选芭蕾，大海也选芭蕾。我们只是用（2，1）指代大海选足球丽娟也选足球这个（足球，足球）均衡，用（1，2）指代丽娟选芭蕾大海也选芭蕾这个（芭蕾，芭蕾）均衡。总之，两个纳什均衡是（足球，足球）和（芭蕾，芭蕾），在这两个均衡中，博弈双方的所得分别是（2，1）和（1，2）。我们在前面说过，在（2，1）或者（1，2）这样的写法中，第一个数字是博弈的“左方参与人”大海之所得，第二个数字是博弈的“上方参与人”丽娟之所得。所谓左方参与人，就是写在博弈表格左边的参与人；所谓上方参与人，就是写在博弈表格上方的参与人。

这一节我们借助情侣博弈引入博弈论最重要的概念—纳什均衡。因为绝对优势策略一定是相对优势策略，所以很显然，前一章讨论囚徒困境那样的博弈时关注的严格优势策略均衡，也都属于现在引入的纳什均衡。但是，纳什均衡却不一定是严格优势策略均衡。一句话，纳什均衡的概念要求比较宽、比较低，严格优势策略均衡的概念要求比较高、比较窄。

情侣博弈原来的标准说法是性别之战（battle of sexes），说的是恩爱夫妻的偏好差异所引起的对局形势，是利益关系方面双方大同小异这么一种情况。不同的说法适合不同的情形，读者可以有自己的偏好。

# 情侣博弈的其他例子

情侣博弈有许多不同的版本，现在我们再讲一个。假定陈明和钟信都是某大学英语系的学生，一直是很要好的朋友。高年级了，他们在考虑选修第二门外语。陈明偏向修德语，钟信偏向修法语，但最要紧的是两人选同一门课才可以一起复习、对话，继续他们以往如切如磋如琢如磨相得益彰的同学生涯。这时，他们面临的抉择，可以表示为下面的博弈：

| | | 钟信 | |
|---|---|---|---|
| | | 德语 | 法语 |
| 陈明 | 德语 | **3**, **2** | 1, 1 |
| | 法语 | 1, 1 | **2**, **3** |

选修课博弈

如果把上次讲的情侣博弈中的所有数字都加上1，就得到现在这样的数字矩阵。可见，这个“选修课博弈”实质上和上次讲的情侣博弈完全一样。在这个博弈中，有两个用黑体数字表示的纳什均衡：一个是两人都修德语，陈明得3，钟信得2；另一个是两人都修法语，陈明得2，钟信得3。纳什均衡是稳定的，就是说处于纳什均衡的时候，任何一方都不想单独改变策略选择，因为单独改变不会带来进一步的好处。

战争里面也有性别之战或者情侣博弈这样的策略格局。第二次世界大战进行到1944年冬天的时候，在欧洲战场西线以美军和英军为主的反法西斯盟军，面临集中资源主要支持英国蒙哥马利元帅还是主要支持美国巴顿将军的抉择。如果两个国家集中资源主要支持美国的巴顿将军，美国得4，英国得3；如果主要支持蒙帅，美国得3，英国得4。如果分散资源各自为战，那么因为希特勒德国已经走向穷途末路，西线盟军还是会胜利前进的，但是取胜态势会缓慢很多。如果英国支持蒙帅，美国支持巴顿，美英两国各得2；如果颠倒过来英国支持巴顿，美国支持蒙帅，则只能各得1。所以，美英双方这种友军博弈的形势如下：

| | | 英国 | |
|---|---|---|---|
| | | 支持巴顿 | 支持蒙帅 |
| 美国 | 支持巴顿 | **4**, **3** | 2, 2 |
| | 支持蒙帅 | 1, 1 | **3**, **4** |

盟军战略选择博弈

前面讲的“选修课博弈”矩阵中的每个数字再加1，差不多就得到现在这个美英双方支持策略的博弈。这为我们提供了情侣博弈的又一个例子。这个博弈也有两个纳什均衡，一个是美英两国集中资源主要支持巴顿，另一个是他们集中资源主要支持蒙哥马利。

左下角格子里的数字为什么不是2和2而是1和1，留待以后再说。

讲到现在，情侣博弈与经济决策有什么关系呢？这就要看你的想象力了。比如两个相邻的企业都要解决各自的供水问题。如果它们各干各的，成本就会比较高，效益就没那么好。如果两个企业联合起来投资建设共用的供水系统，效益就会比较好。但是在选择合作方案的时候，由于各种因素，在携手合作的大前提下，还是可能有小算盘的考虑。你想这样，他想那样，这也是人之常情嘛。这种合作比不合作好，但是在合作的大局下面又不免有打小算盘、打小九九的对局，不就是像情侣博弈这样的博弈格局吗？

# 相对优势策略下画线法

前面讲了情侣博弈的几个例子，它们都有两个稳定的纳什均衡。所谓纳什均衡，就是双方的一种策略对局形势，在这种对局之下，每一方都不想从这时候对峙的策略单独偏离出去。值得注意的是，上面两节的各种情侣博弈的纳什均衡，我们都是“看”出来的。当然，能够看出来，并且做论证，也是本事。但是如果对局复杂一些，不容易看出来，那该怎么办？

有办法。这就是现在我们要讲的相对优势策略下画线法。具体做法如下：

| | | 丽娟 | |
|---|---|---|---|
| | | 足球 | 芭蕾 |
| 大海 | 足球 | 2, 1 | 0, 0 |
| | 芭蕾 | 0, 0 | 1, 2 |

相对优势策略下画线法

在我们熟悉的上面这个情侣博弈中，如果大海选足球，丽娟的相对优势策略是也选足球，这样她可以得1，总比她选芭蕾将得0好。于是，我们在左上方格子中的右上角的1下面画线；如果大海选芭蕾，丽娟求之不得当然选芭蕾可以得2，这时芭蕾是她的相对优势策略，于是我们在右下方格子中的右上角的2下面画线。同样，如果丽娟选足球，大海当然选足球从而他可以得2，这是他的相对优势策略，我们应该在左上方格子中左下角的2下面画线；如果丽娟选芭蕾，大海也选芭蕾他可以得1为好，芭蕾变成大海的相对优势策略，于是我们在右下方格子中左下角的1下面画线。

纳什均衡可以采用上述相对优势策略下画线法（method of underlining relatively dominant strategies）来确定：首先像上面所做的，逐次在相应的支付数字下面画线，标示局中人相对于对方可能的策略选择（一行或一列）的相对优势策略的位置。

双方的相对优势策略都这样在相应的支付数字下面画线以后，

如果哪个格子里面两个数字下面都被画线，这个格子所对应的双方相对优势策略的组合，就是一个纳什均衡。

这样运用相对优势策略下画线法，因为有两个格子都是其中的两个支付数字的下面都被画了线，我们马上可以知道，上述情侣博弈有两个纳什均衡，一个是一起看足球得（2，1），一个是一起去看芭蕾得（1，2）。在上述博弈矩阵中，这两个均衡都已经用黑体字表示出来。

必须说明的是，以前讲过的可以直接用劣势策略消去法做出来的优势策略均衡，都可以用现在讲的相对优势策略下画线法来做。道理其实很简单：绝对优势策略一定是相对优势策略。

以最早讲的囚徒困境为例，如果甲坦白，乙的相对优势策略是也坦白，所以要在左上方格子里面右上角的–3下面画线；如果甲抵赖，乙的相对优势策略还是坦白，所以要在左下方格子里面右上角的数字0下面画线。再看甲：如果乙坦白，甲的相对优势策略是也坦白，这样我们应该在左上方格子里面左下角的数字–3下面画线；如果乙抵赖，甲的相对优势策略还是坦白，所以要在右上方格子中左下角的数字0下面画线。这样把所有相对优势策略全部在相应的支付数字下面画线标记以后，就可以看到，只有左上方一个格子是两个支付数字下面都被画了线的，这个格子代表的策略组合（坦白，坦白）就是囚徒困境博弈的均衡。它是以前讲的优势策略均衡，也是现在讲的纳什均衡。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 坦白 | 抵赖 |
| 甲 | 坦白 | –3, –3 | 0, –5 |
| | 抵赖 | –5, 0 | **–1**, **–1** |

相对优势策略下画线法对付囚徒困境

归纳起来，前一章讲过的优势策略均衡一定也是纳什均衡，因为如果已经处于绝对优势策略的位置，就不会有单独改变策略选择的激励。另外，可以用以前讲的劣势策略消去法做出来的优势策略均衡，一定可以用现在讲的相对优势策略下画线法做出来，虽然还是采用劣势策略消去法比较简单快捷。

# 视觉友好的对角排列

我们的博弈矩阵中的书写支付的表格，是在每个格子里面左下右上两个地方错开写下左方参与人的支付和上方参与人的支付。下面就是一个熟悉的例子。这一节，专门谈谈我们这种在博弈矩阵格子中“对角”排列的支付表示方法的好处。

| | | 钟信 | |
|---|---|---|---|
| | | 德语 | 法语 |
| 陈明 | 德语 | 2<br>3 | 1<br>1 |
| | 法语 | 1<br>1 | 3<br>2 |

支付对角表示的选修课博弈

大部分博弈论书籍的支付排列方法，和我们使用的这种对角表示方法不同。它们使用平列的支付表示，博弈矩阵表格的每个格子里面，两个支付数字按照下述形式平列：第一个数字是与这个格子对应的对局之下左方参与人之所得，第二个数字是与这个格子对应的策略组合之下上方参与人之所得。

| | | 钟信 | |
|---|---|---|---|
| | | 德语 | 法语 |
| 陈明 | 德语 | 3　　2 | 1　　1 |
| | 法语 | 1　　1 | 2　　3 |

支付平列表示的选修课博弈

平列表示的好处是节省版面，缺点是在比较支付大小以确定博弈的均衡的时候，颇费眼力。

为了说明这个问题，我们写下博弈有甲乙两个参与人且每人有两个策略选择的下述博弈：

甲有“上”、“下”两个策略可供选择，乙有“左”、“右”两个策略可供选择；

在甲上乙左的策略组合，甲的支付是A1，乙的支付是C1；

在甲上乙右的策略组合，甲的支付是B1，乙的支付是C2；

如果对局是甲下乙左，甲的支付是A2，乙的支付是D1；

如果对局是甲下乙右，甲的支付是B2，乙的支付是D2。

为了确定博弈的均衡，我们需要比较A1和A2的大小，比较B1和B2的大小，比较C1和C2的大小，比较D1和D2的大小。在对角排列的情形中，这种比较是比较容易的。因为无论上下比较还是左右比较，都是“干干净净”的A1和A2比较，B1和B2比较，C1和C2比较，D1和D2比较，当中没有阻隔。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 左 | 右 |
| 甲 | 上 | C1<br>A1 | C2<br>B1 |
| | 下 | D1<br>A2 | D2<br>B2 |

视觉友好演示

但是面对平列表示，这种比较就不那么“干干净净”了。A1和A2比较以及B1和B2比较还算干净，但是C1和C2比较，需要跨过一个B1，D1和D2比较，需要跨过一个B2，当中都有阻隔。

对于专业研习博弈论的大学生和青年学者，这个小小的阻隔可能并不是什么问题。在他们的火眼金睛面前，比较这些数字只不过是“小菜一碟”。可是作为多年教授博弈论的一位老教师，我却感到这个小小的阻隔很伤眼力。相信不专攻博弈论的普通读者，会和我一样，比较喜欢对角表示。

| | | 乙 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 左 | | 右 | |
| 甲 | 上 | A1 | C1 | B1 | C2 |
| | 下 | A2 | D1 | B2 | D2 |

费神比较演示

最后指出，这种甲有“上”、“下”两个策略可供选择，乙有“左”、“右”两个策略可供选择，支付表示为A1、C1、B1、C2、A2、D1、B2和D2的博弈，形式上概括了所有参与人数目为2、可供每个参与人选择的策略数目也是2的同时决策博弈。

# 情侣博弈表达的对称性嗜好

前面说过，情侣博弈的英文原名是battle of sexes，有人翻译成性别之战，有人翻译成夫妻之争，我觉得都不如翻译为情侣博弈来得好。不过，萝卜白菜各有所爱，自然不必强求。

但是在几乎所有博弈论著作中，情侣博弈原来的模型大体上如下面的矩阵所示，我们姑且把它叫作情侣博弈的“标准”表述吧。我觉得这个“标准”表述的一个支付赋值没有道理。情侣博弈说的是，即使是热恋的情侣，双方的爱好也是不相同的。大海是一个超级球迷，丽娟最喜欢芭蕾，但是分开各自度过这难得的周末时光，才是他们最不乐意的事情。这是博弈形势的背景。

| | | 丽娟 | |
|---|---|---|---|
| | | 足球 | 芭蕾 |
| 大海 | 足球 | 1<br>2 | 0<br>0 |
| | 芭蕾 | 0<br>0 | 2<br>1 |

情侣博弈的“标准”表述

一起看球，大海最高兴得2，丽娟也高兴得1；一起欣赏芭蕾，丽娟最高兴得2，大海也高兴得1；两人分开，大海看球丽娟看芭蕾，大家都不那么高兴，各得0。这些设置都没有问题。但是，左下方格子表示的是，本来不喜欢芭蕾的大海偏偏赌气独自去看芭蕾，本来不喜欢足球的丽娟偏偏赌气独自去看足球，怎么也是各得0呢？我看至少应该各得–1。因为0是分开各自找自己喜欢的节目的赋值，现在是分开各自去看自己不喜欢的节目，赋值当然要比0低。这就应该得到下面的博弈矩阵：

| | | 丽娟 | |
|---|---|---|---|
| | | 足球 | 芭蕾 |
| 大海 | 足球 | 1<br>2 | 0<br>0 |
| | 芭蕾 | –1<br>–1 | 2<br>1 |

情侣博弈“标准”表述的修正

那么，在情侣博弈原先的矩阵表达中，为什么左下角两个数字都设

为0呢？原来，许多经济模型专家和博弈论专家，都有一种“对称性怪癖”或者说“对称性嗜好”，喜欢对称的模型。如果左下角两个数字都设为0，这样得到的模型，就有他们喜欢的对称性。我们在第五章会具体说明经济学家为什么喜欢对称性。但是，当实际情况很难具有对称的表达时，硬要追求脱离实际的对称性，模型的信服力可能受损。

这也是开头的时候我们在叙述美英是集中资源共同支持巴顿将军还是共同支持蒙哥马利元帅的下述博弈的表达中，左下角不是两个2而是两个1的道理。我们觉得这样表达比较好，比较有说服力。

英国

| | | 支持巴顿 | 支持蒙帅 |
|---|---|---|---|
| 美国 | 支持巴顿 | 4, 3 | 2, 2 |
| | 支持蒙帅 | 1, 1 | 3, 4 |

盟军战略选择博弈

经济模型是时髦的说法，上面讲的都是经济模型。经济模型很有用，但是盲目崇拜不可取。别人提出一个模型，我们要想想它是否符合实际。

另外，如果以为模型越大越细致越好，那就错了。最要紧的，是看模型是否抓住了事物的本质，看有关的数据是否比较接近实际。在这个原则之下，如果能够说明同样的问题，模型是越简单越好，越简单越值得夸奖。复杂的模型会使讨论对象变得模糊，甚至在相应的计算中出现误差掩盖本质的局面，从而不能得出任何有意义的结果。谢天谢地，本书讨论的博弈论，只需要比大小，不必做其他任何计算，就可以解决许多问题。

# 理性人一定自私自利吗？

如果你同意我们对原来“标准”的情侣博弈模型的数据做修改，同意下面大海和丽娟的“周末节目博弈”，我还想利用这个机会为现代经济学的理性行为假设说几句话。

| | | 丽娟 | |
|---|---|---|---|
| | | 足球 | 芭蕾 |
| 大海 | 足球 | 2, 1 | 0, 0 |
| | 芭蕾 | –1, –1 | 1, 2 |

周末节目博弈

现代经济学所谓经济主体人的“理性行为”，被许多人误解为只是从自己的利益出发。其实不是这样。现代经济学所说的理性行为，是经济主体人奔着自己的目标函数的“最大化”而去，就是说努力在既有的约束条件之下使自己的目标函数的函数值达到最大。

首先，理性的经济主体人有一个明确的“目标函数”；其次，他的行为是努力让他的目标函数的“函数值”达到最大。这就是现代经济学的理性人假设。所以，如果用通俗的语言讲，所谓理性人，就是目标明确的人。仅此而已，岂有他哉！

看到这里，读者不免要问，这样简单的模式假设，何以概括大千世界那许许多多目标明确的主体人呢？这个问题提得好，症结就在这里。许许多多目标明确的主体人，他们的目标各不相同，造就我们这个五彩缤纷、千姿百态的现实世界。

以“目标明确”4个字为主要特征的理性人模式，概括力非常强，差别在于各人的目标不同。如果某个人的目标函数是他个人财富的总值，从而他的行为目标是个人财富最大化，那么他的确是只考虑自己利益最大化的经济主体人。但是，如果某个人甲的目标函数是另一个人乙的幸福和快乐，那么甲已经不是只关心自己利益的主体人了。符合这种模式的人很多，初级的母爱，就大体上可以用这种目标函数之下的理性行为来描述。君不见，一些母亲哪怕自己吃剩饭，看着儿女“享受”麦当劳，心里也高兴。

经济学者当中，流传着“进入目标函数了”的说法。原来，大千世界有一些大多数人觉得不可理喻的行为，但是经济学者觉得还是可以理解。例如，香港、广州都发现过个别居民喜欢收集垃圾的案例，他们自己满屋子都是垃圾，臭气熏天，老鼠成群，惹得邻居十分恼火。但是在经济学者看来，他们也是理性人，只不过他们把收集旁人看来是垃圾的东西作为自己的目标罢了。收集垃圾，越多越好，“垃圾进入目标函数了”，这种怪异行为还是可以理解的。垃圾自然不雅，雅观的，可以想象成收集石头。假设一位教授非常热衷收集石头，弄得满屋子都是，他的夫人却不胜其烦。这种行为似乎不可理喻。但是在经济学者看来，“石头进入目标函数了”，道理就是那么简单。推而广之，假如一个人老是帮另一个人说话，经济学者也把这种情况描述为另一个人“进入（这个人的）目标函数了”。

可见，行为怪异不等于非理性行为。怪异的行为可能还是理性行为，只不过他的目标函数怪异罢了。

与此相对，如果某个人的目标函数是天底下劳苦大众的生活水平，他的行为目标是让天底下劳苦大众都能够过上好日子，那么他这个理性人就是天底下最大公无私的人物了。

在我们已经讨论过的模型当中，西方的政治家可以说以选票数目作为自己的目标函数，追求选票数目最大，以便当选议员、省长、州长甚至总统。可口可乐公司和百事可乐公司可以说以自己的销售利润作为目标函数，追求企业利润最大化。诺曼底战役当中，双方都把克敌制胜作为自己的目标，细分下去还可以要求歼灭越多敌人越好。

江西中央苏区反“围剿”斗争中，一些指挥员以地盘大小为目标函数，另外一些指挥员以歼灭多少敌人有生力量为目标函数，他们都是理性的战争主体人，都符合理性行为的模式。至于以地盘大小为目标的行为遭到失败，以歼灭敌人有生力量为目标的行为赢得胜利，那是另外一个问题。不能因为失败，就说当事人一定不是理性的主体人。

总之，理性行为不等于自私自利。有兴趣的读者，可以进一步考虑一下如何形成雷锋同志的目标函数。

# 不该一律贬斥自利行为

前面谈了理性行为未必自利，更未必自私自利。但是这一节，我们进一步谈谈不该一律贬斥自利行为。

觉得自利行为一定会损害别人，这是一些对现代经济学无聊批评的实质内涵。居民想生活得好一些，企业想利润高一些，不都是天经地义的事情吗？这当然是理性行为。现代经济学正是在这种自利的假设之下，给我们展示发达市场经济的前景。如果你在伦理上还是接受不了希望自己好的理性行为，老是觉得必须依靠希望别人好社会才能发展得好一些，那么为什么不换个角度想想，现代经济学已经说明了“为自己”的社会会发展得很好，那么我们这个许多人还为别人着想的社会，理应发展得比经济学展示的前景更好。这样想，你会不会觉得舒服一些？

但是，完全不为自己着想就好吗？那也不见得。大家读过美国作家欧·亨利著名的短篇小说《麦琪的礼物》（*The Gift of the Magi*），我这里给出它的一个版本：吉姆和德拉小两口很穷。吉姆有一只挂表，但是穷得买不起表链；德拉有一头金色的秀发，可穷得连梳子也买不起。圣诞节到了，吉姆送给德拉一个梳子，德拉送给吉姆一条表链。可是，德拉再也不需要梳子了，因为她卖了秀发为吉姆买回了表链；吉姆再也不需要表链了，因为他卖了挂表为德拉买了梳子。原来，吉姆是多么欣赏德拉的一头金色的秀发啊，德拉一向又是多么深情地看着吉姆注视着他母亲留给他的挂表啊。可是现在，他们什么都没有了！

这差不多就是周末节目情侣博弈中左下角的非理性结局，如果不是陪丽娟，大海没有道理去看芭蕾；如果不是陪大海，丽娟没有道理去看足球。他们都采取了非理性行为。

但是，我们可以专门建立一个模型来分析吉姆和德拉的圣诞礼物博弈：小两口往常过着平淡而心心相印的生活，各得1；如果吉姆把表卖了给德拉买梳子，吉姆得2，德拉得3；如果德拉剪去一头秀发换回表链给吉姆，德拉得2，吉姆得3。这些应该讲得过去，或者你把2和3对调也行。但是，吉姆卖表买梳和德拉剪发换链同时发生，那么他们一定都非常伤心，伤心做了永远难以弥补的蠢事，各得-4。这不是我罚他们，而

是他们自己的心境。

| 吉姆 \ 德拉 | 剪秀发换表链 | 不剪 |
| --- | --- | --- |
| 卖表买梳 | −4, −4 | 2, 3 |
| 不卖 | 3, 2 | 1, 1 |

圣诞礼物博弈

有人喜欢悲剧美。我年过古稀，又因常为理性行为辩护遭误会，但是每当认真地想到《麦琪的礼物》这个故事，仍不免心里流泪，美不起来。只要不害人，真不该谴责为自己考虑。国人说的“保重身体，就是孝敬父母，就是珍重朋友”，还是很有道理的。一向以来，舆论宣扬许多不顾身体不顾家庭的无私奉献，在这些事迹背后和事迹以后，有不少叫人悲绝的不美的故事。社会恐怕很难因为这些事迹就真正增加整体的祥和与福利。你说是不是？

顺便说说，西风东渐，国人也开始讲究礼物要让人惊喜。《麦琪的礼物》告诉我们，惊喜是奢侈品，如果你还不富裕，你享受不起。

有趣的是，现在在一些发达国家，人们在送请帖的时候，会注明希望收到什么礼物。这样，礼物的“惊喜性”就靠边站了，而原来，礼物的“惊喜性”正是我们许多人头脑里的发达国家文化的一个情景。这究竟是亵渎还是进化，世人莫衷一是。让我们再看看吧，何必马上追求什么结论。发达国家的一些超级市场，还标榜欢迎礼品退货，货款不是退给购买者，而是退给受礼人。商业操作之下，礼品文化也开始讲究送礼别忘了附送购买礼品的发票。这究竟是沆瀣一气，还是良性互动，同样留待世人评说。

# 情侣的拥挤博弈

拥挤，是人类社会面临的另外一个问题。我们国家比别人不如意的地方很多，最显而易见的地方，恐怕就是我们比别人拥挤。偏偏在这样的背景下，我们还要通过“黄金周”长假期这样的制度设置，制造进一步的拥挤，真是不可思议。

现在，我们也用博弈论的工具，简单明了地讨论一下拥挤的制度毛病。

假设在一个小地方只有两对情侣，这个小地方只有一个小公园可去，公园里面只有两张椅子可供情侣休憩。周末时分，假设情侣在家的满意程度为1，独享公园的满意程度为4，分享公园的满意程度为2，那么两对情侣的拥挤博弈形势如下：

| | | 乙对情侣 | |
|---|---|---|---|
| | | 去公园 | 在家 |
| 甲对情侣 | 去公园 | 2, 2 | 4, 1 |
| | 在家 | 1, 4 | 1, 1 |

两对情侣的拥挤博弈

为什么两对情侣分享公园的满意程度比较低呢？我们可以设想公园很小，两张椅子非常接近，所以两对情侣各据公园的一张椅子时他们的满意程度，比起一对情侣到公园来独享公园时要低。

我在杭州西湖旁边写作本书时，常常独自到西湖边走走。按照我的经验，只要不是假日，市民或者游客在西湖岸边总是可以找到独自坐下来的一张椅子，安静地度过一段时间。可是周末拥挤的时候情况就不一样了，至于长假期拥挤周，苏堤、白堤上挤满了人，找到一张椅子可以坐下的机会更是微乎其微。最要紧的是，在拥挤的时候哪怕你侥幸找到一张椅子坐下，你会是什么心情？那个时候，你会感到面对的西湖也已经不是你心目中的西湖了。

如果你大体上同意我的上述说法，就不难理解上述博弈矩阵的2：4了。老实说，工作日流连西湖的感觉，比周末游览西湖的体验，好得太

多。而在长假期间，西湖一带却变成忍受拥挤的地方。

博弈形势清楚了，博弈的结果也就随之清楚：不论另外一对恋人是不是去这个小公园，每对恋人都是去公园比较好。这是这个情侣拥挤博弈唯一的纳什均衡，还是囚徒困境的形势。在这个均衡状态下，每对恋人的满意程度都是2。

现在我们修改上述情侣公园博弈模型，在保持公园情况不变的前提下，让这个小地方的情侣数目增加到4对，而且由于一些留给读者想象的原因，这4对情侣总是两对两对统一行动。

模型的主要变化，就是拥挤程度增加。这时候，如果4对情侣同时到小公园去，而小公园只有两张椅子，我们可以设想这时候他们各自的满意程度为0。如果只有两对情侣一起到公园去，两对恋人各据一张椅子，那么正如前面说过的，他们各自的满意程度都是2。至于在家不出门的，各自的满意程度还是1，也和前面一样。这样，博弈的格局就变成如下的表格：

| 一二两对 \ 三四两对 | 去公园 | 在家 |
| --- | --- | --- |
| 去公园 | 0, 0 | 2, 1 |
| 在家 | 1, 2 | 1, 1 |

**2×2**对情侣的拥挤博弈

在这个新的博弈中，每一方都没有全局的优势策略，也没有全局的劣势策略，所以我们不能够使用劣势策略消去法来求博弈的纳什均衡。但是运用相对优势策略下画线法，我们很容易看出这个博弈的两个纳什均衡：一个是一二两对恋人去公园，三四两对恋人在家；另外一个均衡则相反，一二两对恋人在家，三四两对恋人去公园。如果不是这两个均衡的结果，而是像右下角那样4对恋人都在家，就白白辜负了公园的景致，或者相反，像左上角那样4对恋人都挤到小公园去，又大倒胃口。

眼看博弈有两个明显的纳什均衡，而且这两个均衡又比不出孰优孰劣，应该怎么办好呢？

是的，这个新的博弈属于所谓的协调博弈：两个明显的均衡都很好，但是每次总是需要双方协调到一个均衡去才好。不然的话，或者互让，或者撞车，都是很不理想的情况。

我们在后面会专门讨论协调博弈，现在只是指出，有些协调博弈的协调工作并不容易做。但是目前我们讨论的那个“$2\times 2$对情侣的拥挤博弈”，只要这些恋人都不太笨，协调工作就很容易完成。事实上，每次周末或者假日这么博弈下去，他们很快就会形成默契：这次你们两对留在家里，下次我们两对留在家里，依靠默契，协调出对于双方都比较好的结果。

# 默契是协调的一种方式

我和李杰博士编著、由中国人民大学出版社出版的供大学本科生使用的《博弈论教程》，在第一章的习题里面，有下面3个热身性质的题目：

1. 扑克牌只有黑红二色。现在考虑玩一种“扑克牌对色”游戏。甲乙二人各出一张扑克牌。翻开以后，如果二人出牌的颜色一样，甲输给乙一支铅笔；如果二人出牌的颜色不一样，乙输给甲一支铅笔。

   试把扑克牌对色游戏表达为一个博弈。

2. 现在把上题的扑克牌对色游戏修改如下：甲乙二人各出一张扑克牌。翻开以后，如果二人出牌的颜色一样，公证人奖励甲乙二人各一支铅笔；如果二人出牌的颜色不一样，公证人不给任何奖励。

   试把新的扑克牌对色游戏表达为一个博弈。

3. 为了区别起见，前一个题目规则是甲输给乙或者乙输给甲的游戏将被叫作“对抗的”扑克牌对色游戏，而上一个题目公证人奖励参与人的游戏将被叫作“协和的”扑克牌对色游戏。试讨论如果甲乙二人在公证人主持下连续玩几轮协和的扑克牌对色游戏，将会出现什么情况。

这3个题目都很浅，本书的读者也可以尝试完成。我们之所以在大学本科生课本中编制这样容易的练习，主要是想考察读者对于简单博弈的实际运作有没有起码的悟性。如果只是会读书，却没有一点儿自己的思考，面对这样的题目可能无从下手。但只要自己有思考，很快就会想到甲乙二人在公证人主持下连续玩几轮“协和的”扑克牌对色游戏，甲乙二人一定会形成老是一起出黑牌或者老是一直出红牌这样的默契。只要答案出现“默契”两字，或者明确表达了实际上是默契的意思，这个题目就做对了。

上一节2×2对情侣的拥挤博弈中，有两个明显的纳什均衡：一个是

一二两对恋人去公园，三四两对恋人在家；另一个是一二两对恋人在家，三四两对恋人去公园。这个博弈反复进行几次，博弈双方一定很快就会形成默契：这次一二两对恋人留在家里，三四两对恋人到公园去；下次三四两对恋人留在家里，一二两对恋人去公园游玩。依靠这样的默契，博弈参与人协调出对于双方都比较好的结果。

有些人觉得，难度大的题目才可能“考”出学生的理解力，难度大的题目才有训练价值。我们不这样看。有些比较浅的题目，也可以考察学生的把握程度。如果两个深浅不同的题目都能够启发读者加深对同一个概念的把握，那么浅一点儿的题目更值得称赞，因为技术难度较小的题目，有利于读者专注于事物的实质方面，不会因为技术难度比较大而受到干扰。下面，我们再选《博弈论教程》的头一个题目，看看你有什么体会。

“田忌赛马”是中国古代著名的博弈故事，大家几乎都知道，大意是说田忌在孙膑的谋划之下在赛马中赢了齐威王。齐威王、田忌、孙膑是故事中的主要人物。

请问：如果把田忌赛马看作一个博弈，谁是田忌赛马博弈的参与人？

相信你不会把齐威王、田忌和孙膑都当作田忌赛马博弈的参与人。

# 劣势策略消去法的讨论

在介绍了相对优势策略下画线法以后，有必要回过头来再深入一点儿看看第一章学习的劣势策略消去法。

除了本书开头作为引子的诺曼底战役模拟以外，我们在正式介绍劣势策略消去法以后所讲的例子，消去的都是“全面严格”的劣势策略。例如在下图的价格大战博弈中，站在可口可乐的立场上，因为高价得到的1和5在每个位置都比低价得到的3和6小，所以可口可乐要删去它的高价策略。这里，“全面”指的是每个位置都这样，“严格”指的是每个位置都严格地比出大小。同样，站在百事可乐的立场上，它也要删去自己的高价策略。

| 可口可乐 \ 百事可乐 | 低价 | 高价 |
| --- | --- | --- |
| 低价 | 3, 3 | 6, 1 |
| 高价 | 1, 6 | 5, 5 |

价格大战

合作修路博弈也是这样，张三选择修路所得的1和–1，在每个位置都比不修路所得的3和0小，所以张三要删去他的修路选择。李四也是这样。

再看下页第二个图的例题博弈，考虑是否能够找出博弈的纳什均衡以及如何找出博弈的纳什均衡的问题。读者看到，甲选择下策略所得的0和0，总是不比选择上策略所得的800和0好。这么看来，甲应该删去他的下策略。同样，乙选择右策略所得的0和1 000，总是不比选择左策略所得的600和1 000好，因此乙应该删去他的右策略。这样做了以后，我们得到一个纳什均衡，就是（上，左）。

| 张三 \ 李四 | 修 | 不修 |
| --- | --- | --- |
| 修 | 1, 1 | –1, 3 |
| 不修 | 3, –1 | 0, 0 |

合作修路博弈

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 左 | 右 |
| 甲 | 上 | 800, 600 | 0, 0 |
| | 下 | 0, 1 000 | 0, 1 000 |

消去法解例题博弈

做到这里，容易产生一个想法，就是这个博弈没有其他（纯）策略纳什均衡了，因为成为（纯）策略纳什均衡的其他可能性，都被删去线删除了。具体来说，就是删去线“扫荡”了表示所有其他3种（纯）策略组合的那3个格子。这里需要说明，相对于后面将要介绍的所谓混合策略，迄今我们学过的策略都是“纯策略”。至于为什么要叫作纯策略，只有到那个时候才能明白，所以目前在需要强调的时候，我们姑且只是把迄今学过用过的策略，都写成“（纯）策略”。

但是，这个博弈是否只有（上，左）这一个（纯）策略纳什均衡呢？不是。只要我们运用相对优势策略下画线法做做，就可以发现这个博弈还有（下，右）这个（纯）策略纳什均衡。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 左 | 右 |
| 甲 | 上 | **800**, **600** | 0, 0 |
| | 下 | 0, 1 000 | **0**, **1 000** |

下画线法解例题博弈

问题出在哪里呢？出在虽然甲选择下策略所得的0和0，总是不如选择上策略所得的800和0好，但不是全面严格的劣势。具体来说，甲选择下策略所得的头一个0固然比选择上策略所得的800差，但是他选择下策略所得的第二个0，却不比选择上策略所得的那个0差。可是我们就这样把甲的下策略删去了。这与我们原来要求的劣势策略消去法不符。

那么，只要判断一个（纯）策略不比某个（纯）策略好，就把它删去，这种做法有没有合理性呢？

合理性还是有的。所谓一个（纯）策略不比某个（纯）策略好，当然是指它在每一个位置都不比那个（纯）策略好。既然这个（纯）策略在每一个位置都不比某个（纯）策略好，参与人就有道理不保留它。

博弈论把这种不是全面严格劣势的劣势策略，叫作“弱劣势策略”。注意：弱劣势策略不是比原来说的全面严格的劣势策略更差的策略，反而可能是比原来说的全面严格的劣势策略好一点儿的策略。这里，“弱”的不是策略本身，弱的是它与优势策略的差距，就是说差距没有那么大。相对于某个优势策略的两个劣势策略，一个差距大，一个差距小，当然是差距弱的要强一点儿。

虽然删去弱劣势策略有它的合理性，问题是这样做的杀伤力比较大。在例题博弈中把另外一个纳什均衡“杀”掉，就是一个例子。本书特意用灰线表示这种可以叫作“弱劣势策略消去法”的做法，以示区别。

令人欣慰的是，虽然弱劣势策略消去法的杀伤力比较大，但是不会把所有（纯）策略纳什均衡都“杀”掉，而且做出来的那个（纯）策略纳什均衡，往往还是最“强壮”的纳什均衡。其中的道理，就留给读者自己琢磨了。

明白这一点以后，我们就可以因应具体的情况和具体的要求，考虑是否运用弱劣势策略消去法解决面对的博弈问题。如果只需要做出一个（纯）策略纳什均衡，那么尽可以采用弱劣势策略消去法。相反，如果需要完整地分析（纯）策略纳什均衡的情况，却还是依赖大刀阔斧的弱劣势策略消去法，通常就不适宜了。我们总不能只贪图痛快。

# 第三章
# 简单博弈模型的应用

这一章我们介绍若干建立博弈模型讨论现实的经济问题和社会现象的例子。我们并不企图穷尽这些应用实例，相反，我们只是希望读者能够从这些精心挑选的例子当中，得到若干有益的启发。

借助这些例子，我们还试图初步说明帕累托效率标准和风险厌恶这样一些经济学的重要概念。

# 智猪博弈和搭便车行为

本书迄今讨论过的博弈，主要是囚徒困境博弈和情侣博弈。有些读者可能会说，囚徒困境和情侣博弈都那么简单，还需要什么博弈论分析吗？其实，我们是利用这两种最典型的博弈，引入博弈三要素、参与人的优势策略和博弈的优势策略均衡、参与人的相对优势策略和博弈的纳什均衡等重要概念，展示劣势策略消去法和相对优势策略下画线法等基本方法。我们还谈到共赢等其他概念。

如果你真的觉得囚徒困境和情侣博弈简单，说明你对博弈论有灵性。除了提醒要注意以为懂了实际却不懂得多少的可能以外，我们更愿意强调的是，简单的例子如果能够说明方法，能够启迪思维，就有它的价值。这一节首先讲博弈论著作中常见的另一个简单的例子game of boxed pigs，张维迎教授等学者把它翻译成“智猪博弈”。

笼子里面有两只猪，一只比较大，一只比较小。笼子很长，一头有一个按钮，另一头有饲料的出口和食槽。按一下按钮，将有相当于10个单位的猪食进槽，但是按按钮并且跑到食槽所需要付出的“劳动”，加起来要消耗相当于2个单位的猪食。问题是按钮和食槽分置笼子的两端，按按钮的猪付出劳动跑到食槽的时候，在食槽旁边坐享其成的另一只猪早已吃了不少。如果大猪守在食槽旁边，大猪呼啦啦吃到9个单位，因为按按钮而后到的小猪只能吃到1个单位；如果它们同时按按钮同时跑到食槽，大猪能够吃到7个单位，小猪能够吃到3个单位猪食；如果小猪守在食槽旁边而大猪按按钮，小猪可以吃到4个单位，而后来赶来的大猪可以吃到6个单位猪食。

| | | 小猪 | |
|---|---|---|---|
| | | 按 | 等 |
| 大猪 | 按 | 5, 1 | 4, 4 |
| | 等 | 9, −1 | 0, 0 |

智猪博弈

智猪博弈的具体情况就如上面的矩阵。左上方的格子表示，两只猪同时按按钮，同时跑向食槽，大猪吃进7个单位，付出2个单位，得益5

个单位，小猪吃进3个单位，付出2个单位，实得1个单位；右上方的格子表示，大猪按按钮，小猪先吃，大猪吃进6个单位，付出2个单位，得益4个单位，小猪吃进4个单位，实得4个单位；左下方的格子表示，大猪等待，小猪按按钮，大猪先吃，吃进9个单位，得益9个单位，小猪吃进1个单位，但是付出了2个单位，实得–1个单位；右下方的格子则表示双方都懒得动，所得都是0。

比较1，–1和4，0两列数字，我们知道在食槽旁边等待是小猪的严格优势策略，按按钮是小猪的严格劣势策略。先把小猪的劣势策略消去。在剩下的右边一列中，比较4和0，这时候等待就变成了大猪的劣势策略（注意，是现在才变成劣势策略）。把它也删去，就得到智猪博弈的结局：小猪只是坐享其成地等待，每次都是大猪去按按钮，小猪先开始吃，大猪再赶来吃。

智猪博弈有许多应用，这次先讲灯塔建造的经典例子。在美国的大湖地区，你可以看到许多古老的灯塔。当年，大航运公司因为船舶多，航班频密，迫切需要建造灯塔，但是小航运公司在这方面的积极性就比较低。结果大公司花钱建造灯塔，公司从建造灯塔中所获得的效益超过了灯塔的花费，所以这项投资对于大公司而言是值得的。但是因为大公司这样做了，小公司因此就可以“搭便车”，也得到了好处。

另外，我们可以讲一个字面意义上真正“搭便车”的例子。在发达国家，除了日本许多人口稠密的地区和纽约这样人口稠密的城市以外，大部分家庭都有自己的汽车。人们出行，都要自己开车。在那样的地方，公共交通一般都不发达，如果你没有自己的汽车，往往就会寸步难行。我们在美国的留学生，哪怕经济很不富裕，也要先买一辆二手车来用，就是这个道理。

如果你早就想到一个地方去，可是因为没有车子一直未能成行，碰巧某一天你的一位有车的朋友要去那个地方，并且车子有空位，也许你就可以搭他的“顺风车”实现你的夙愿。这实际上也是“搭便车”说法的由来。在经济生活中，如果不考虑“朋友”这样的关系，通常只有公共品才会发生搭便车问题。

# 为什么大股东挑起监督经理的重任

考察现代企业制度，智猪博弈最典型的运用，是说明大股东和小股东的角色差异和行为差异。

在一个公司里面，股东应该承担监督经理的职能。但是监督经理的工作是很不容易的，需要花费很大的精力和很多的时间去搜集信息，并做出分析。一句话，“监督成本”是很高的。但是，股东有大有小。别人向一家公司投资1个亿，是这家公司的大股东，你买了这家公司几手股票，也是这家公司的小股东。假定公司运营得好盈利较多时，公司分红会是运营不太好时的几倍，那么虽然你这个小股东和他这个大股东都希望公司运营得好，但是利益攸关程度却实在相差很远。设想公司运营得好，大股东的分红可以增加1 000万元，你这个小股东的分红可以增加1万元。增加1万元分红当然是好事，但是如果这需要你密切监督经理的工作才能实现，而密切监督经理的工作，本身的代价就远远超过1万元，那么你没有多少积极性去密切监督经理们的工作。大股东则不一样，哪怕花几万元或十几万元的代价雇人监督经理的工作，也是很值得的：几万元或十几万元代价的监督可以换来近千万元的分红增加，何乐而不为？

可见，大股东相当于智猪博弈中的大猪，小股东相当于小猪。在大小股东是否密切监督经理工作的博弈中，大股东因为利益攸关会担当起搜集信息和监督经理的责任，小股东坐享其成也可以因大股东密切监督经理的工作而得益。

智猪博弈还可以说明公共品提供的一些情况。我们在前面讲过公共品的提供问题，当时谈的是各家的经济实力大致相当的情形。如果双方的经济实力相差很远，就应该用智猪博弈来说明了。美国农村农民的居住非常分散，两三家人就是一个小居民点的情况比比皆是。设想两户农家住在一起，一家很富，另外一家由于某些原因近年来手头非常拮据。这两家有一条年久失修的路与外面的公路网连接。手头拮据的一家，在别的更紧迫的地方钱都不够用，怎么拿得出钱来修路呢。对于他来说，路是该修的，但是没有钱也就只好将就将就。那么，富裕的一家怎么办？本来，他可以等到邻居愿意拿钱出来修路的时候再和他商量两家分

摊修路的费用，但是他等不了。这不仅因为他很难容忍每天要走坑坑洼洼的路，还因为路是否修好对他的影响太大。比方说，花2 000美元可以修好这条路，路修好以后给他带来的新增经营利润等好处相当于3 000美元，那么虽然最理想的情况是两家各出1 000美元，他可以因为修路而得益3 000-1 000＝2 000美元，但是自己等不及而全资把路修好的话，也可以得益3 000-2 000＝1 000美元。在这个例子中，你还可以设想富裕的一家不仅生产活动繁忙而且社交活动很多，路不好会很糟糕，而贫穷的一家许多活动都保持在很低的水平，路是否修好一时不太要紧。这可不就是活生生的智猪博弈的形势？

经济实力较强的一家，对公共品的需要比较迫切。如果公用品提供了，他得到的好处也多，他就是智猪博弈中的“大猪”。比较穷的一家，对公共品就不那么讲究了。比方说，道路好一点儿当然好，道路差一点儿也凑合着过。让他掏那么多钱来提供公共品，他是不肯的，他就是智猪博弈中的“小猪”。既然“大猪”不能忍受不提供公共品的情形，又没有合适的制度安排，最后结果就是“大猪”独力提供公共品，“小猪”搭便车坐享其成。

在我国经济体制改革的进程中，也可以看到搭便车的情况：一项改革，总是得益最多的一方最乐意力促其成。这是很正常的现象，我们很难因此而责怪谁。

# 猎人博弈和帕累托优势

这一节讲另一个著名的博弈模型——猎人博弈。设想在古代的一个地方，有两个猎人，那时候，狩猎是人们的主要生计。为了简单起见，假设主要的猎物只有两种：鹿和兔子。在古代，人类的狩猎手段比较落后，弓箭的威力也有限。在这样的条件下，我们可以进一步假设，两个猎人一起去猎鹿，才能猎获一只鹿，如果一个猎人单兵作战，他只能打到4只兔子。从填饱肚子的角度来说，4只兔子大约能管4天吧，一只鹿却差不多能够解决一个月的食物问题。这样，两个猎人的行为决策，大体上就可以写成以下的博弈形式：

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 猎鹿 | 打兔 |
| 甲 | 猎鹿 | 10, 10 | 0, 4 |
| | 打兔 | 4, 0 | 4, 4 |

猎人博弈

打到一只鹿，两家平分，每家可管10天；打到4只兔子，只能供一家吃4天。表格中的数字就是这个意思，每个格子里面，左下角的数字是甲的得益，右上角的数字是乙的得益。如果他打兔子而你去猎鹿，他可以打到4只兔子，而你将一无所获，得0。

如果对方愿意合作猎鹿，你的最优行为是与他合作猎鹿；如果对方只想自个儿去打兔子，你的最优行为也只能是自个儿去打兔子，因为这时候你想猎鹿也是白搭，一个人单独制服不了一只鹿，所以你将一无所获。这样，运用前面讲过的相对优势策略下画线法，我们就知道这个猎人博弈有两个纳什均衡：一个是两人一起去猎鹿，得（10，10）；另一个是两人各自去打兔子，得（4，4）。

两个纳什均衡，就是两个可能的结局。那么，究竟哪一个会发生呢？是一起去猎鹿还是各自去打兔子呢？这就和情侣博弈一样，结局究竟是哪一个纳什均衡，不能完全由纳什均衡这一事实本身来确定。

比较支付分别是（10，10）和（4，4）两个纳什均衡，我们明显地

看到，两家一起去猎鹿的好处比各自去打兔子的获益要大得多。按照长期合作研究的两位博弈论大师美国的海萨尼（John C. Harsanyi）教授和德国的泽尔滕（Reinhard Selten）教授的说法，甲乙一起去猎鹿得（10，10）的纳什均衡比两人各自去打兔子得（4，4）的纳什均衡具有帕累托优势（Pareto Advantage）。这个猎人博弈的结局，最大可能是具有帕累托优势的那个纳什均衡——甲乙一起去猎鹿得（10，10）。

在经济学思想史上，人们对于经济如何才算是有效率的，一直有很不相同的看法。例如太平天国信奉“无处不均匀”，就很有代表性，但是大家都知道，只讲究平均，不能作为效率的标准。公平是经济学中最富争议性的概念，效率也是很有争议性的一个概念。

帕累托（Vilfredo Pareto，1848—1923）是法国巴黎出生的意大利经济学家。自从现代经济学主要关注社会资源的配置以来，经济学家求同存异，逐渐撇开一般效率评价的许多分歧，倾向于接受以帕累托命名的所谓帕累托效率（Pareto Efficiency）标准：经济的效率体现于配置社会资源以改善人们的境况，主要看资源是否已经被充分利用。如果资源已经被充分利用，要想再改善，我就必须损害你或别的什么人；要想再改善，你就必须损害另外某个人。一句话，要想再改善，任何人都必须损害别的一些人，这时候就说经济已经实现了帕累托效率。相反，如果还可以在不损害别人的情况下改善任何人，就认为经济资源尚未被充分利用，就不能说经济已经实现帕累托效率，或者不能说经济处于帕累托非效率的状态。

具体到我们的猎人博弈，比起（4，4）来，（10，10）不仅是总额的改善，而且每个人都得到很大改善。猎人博弈中支付为（10，10）的均衡对支付为（4，4）的均衡具有帕累托优势，就是这个意思。从支付为（4，4）的均衡到支付为（10，10）的均衡，博弈的每个参与人都得到改善。

# 斗鸡博弈和航行规则

斗鸡博弈（或者叫作小鸡博弈）的名称来自美国儿童之间的一种说法：如果说谁是chicken（小鸡）或dove（鸽子），就等于说谁是胆小鬼。斗鸡博弈原来的英文名称就是the game of chicken。看来，在许多男童的心目中，（小）鸡代表胆小，是世界各国的共通之处。中国的孩子从小玩“老鹰捉小鸡”，就是一个证明。正巧，美国孩子也把老鹰（hawk）选作勇敢的象征。

设想吉米和东尼这两个小孩被伙伴们鼓动得要进行一场勇气的博弈，两人分别从一条独木桥的两端冲向对方，谁先胆怯让路，谁就是小鸡。做父母的都清楚，孩子被别的孩子鼓动得这样做，并非没有可能。这是为人父母者无穷无尽的担心的重要来源之一。那么，吉米和东尼这场斗鸡博弈的对阵形势怎样呢？请看下图：

| | | 东尼 | |
|---|---|---|---|
| | | 退怯 | 勇进 |
| 吉米 | 退怯 | 3, 3 | 2, 4 |
| | 勇进 | 4, 2 | 0, 0 |

斗鸡博弈

如果吉米退怯东尼勇进，吉米会感到在小伙伴们的心目中威信扫地，得益为2，而东尼以胜利者自居，得益为4；如果吉米勇进而东尼退怯，他们的得益正好相反；如果吉米和东尼都退怯不前，哪怕两人内心其实都胆怯，但是在旁边的小伙伴看来两人却都还“虎视眈眈”，所以他们自己可以感觉不太丢脸，各得3；如果两人都拼死勇进，那么不是碰得头破血流就是两人同时下水，各得0。这就是上面的博弈矩阵。

有些读者可能会问：丢脸了为什么还得2，头破血流了为什么还得0而不是负数？原来，这是因为许多经济学家不喜欢负数。不过对于分析斗鸡博弈来说，不喜欢负数并不要紧。事实上，如果你那么较真，觉得负数才比较合理，那么不妨把上面斗鸡博弈矩阵中的数字全部减2，得到下面新的表示：

| 吉米 \ 东尼 | 退怯 | 勇进 |
| --- | --- | --- |
| 退怯 | 1, 1 | 0, 2 |
| 勇进 | 2, 0 | −2, −2 |

斗鸡博弈另一版本

虽然具体数字不相同，但是因为每个位置的数字不多不少都是相差2，所以两个矩阵表示在分析博弈结果时的作用完全一样。由于这个原因，我们说上述两个博弈矩阵完全等价。为了确定起见，我们就拿上面原来的矩阵进行分析。利用相对优势策略下画线法马上就可以知道，斗鸡博弈有两个纳什均衡：一是吉米勇进东尼退怯，吉米得4东尼得2；二是吉米退怯东尼勇进，吉米得2东尼得4，都是一胜一负。

两个纳什均衡，就是两种可能的结果。实际博弈结果究竟是哪一个呢？还是那句话：要由别的因素来决定。在情侣博弈中，我们设想过如果正好是丽娟的生日大海就高姿态一些，等等。上一节，我们还讲过可以按照帕累托效率标准确定博弈的实际结果。以后，我们还要讲按照所谓风险优势确定博弈的实际结果，展望通过制度设置引导出比较好的博弈结局。现在借斗鸡博弈，讲讲大海航行的避让规则。这也是一种制度设置。

斗鸡博弈的另一个真正不同的版本，是像下面那样把3改为1。但是读者马上可以看出，策略选择并没有变化，特别是纳什均衡没有变化。

| 吉米 \ 东尼 | 退怯 | 勇进 |
| --- | --- | --- |
| 退怯 | 1, 1 | 2, 4 |
| 勇进 | 4, 2 | 0, 0 |

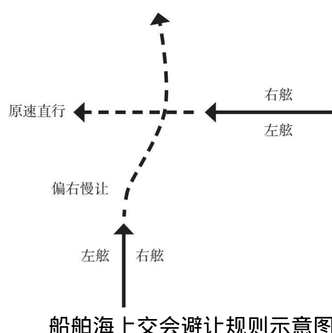
斗鸡博弈新版本

利用这个斗鸡博弈，可以描述海上航行中船舶交会的形势。两艘相向而行的船舶，双方互不相让就会撞船，都得0；两艘向十字交会点行驶的船舶，双方互不相让也会撞船，也得0。当然，双方都让着不走，也不好，各得1。一方让一点儿，让另一方先通过，先通过的得4，让路的得2，这都比一起抢行造成事故或一起退让双方浪费时间来得好，这就是下面这个船舶交会博弈的两个纳什均衡。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 让行 | 先行 |
| 甲 | 让行 | 1, 1 | 2, 4 |
| | 先行 | 4, 2 | 0, 0 |

船舶交会博弈

问题是谁先行谁让行，不能等待临时谈判。海上避碰，至少要像许多国家规定车辆在标志不明显的马路上靠右走那样，定下不容谈判的规矩，以便对号入座，避免临时商量。人们规定，迎面交会的船舶，各向右偏一点儿，问题就解决了。十字交会的船舶，则规定看见对方左舷的那艘船要让，慢下来一点儿或者偏右一点儿都可以。这就从制度上规定了避让的方式。




船舶海上交会避让规则示意图

这个十字交会时如何避免碰撞的规矩，就是上述博弈的两个纳什均衡中的一个。究竟哪一个纳什均衡真正发生，现在就看两船航行的相互位置。如果甲看见乙的左舷，甲要让乙原速直行，就是右上角那个纳什均衡；如果乙看见甲的左舷，乙要让甲原速直行，就是左下角那个纳什均衡。

# 银行挤兑的成因和预防

假定有一个银行，只有两个储户，银行的全部资金就是这两个储户的存款。每个储户存了100万元的定期存款，银行就拿总数为200万元的这笔钱去做投资，把钱贷给某个公司去做项目。贷款当然是定期的。按照设想，项目完成投资收回以后，银行可以拿出240万元偿还给储户，每个储户将得到120万元。120＞100，这正是定期存款的激励。

但是根据现行法律，如果储户在没有到期的时候把定期存款提走，那么只要银行有能力，就必须允许他提走原来存入的100万元。至于银行和它投资的公司的关系，如果公司破产，银行到期就不能收回全部投资。不过，为了讨论问题简单起见，我们假设银行是向一家经营很好的公司投资。如果银行在投资期限未到的时候要从公司抽回资金，它就会因为违反合同而受到惩罚。

现在的问题是，如果有储户在期限未到的时候要把存款提走，因为按照假设这个银行只有两个储户并且它的全部资金就是那两个储户的存款，银行就不得不从它投资的公司把资金抽回。银行因为提前撤回资金要受罚，从而收回的资金远少于200万元，可以拿出来支付给储户的比如说只有140万元。这时，我们可以写出两个储户是否等待期满以后才取回存款的博弈如下：

双方同时提前取走存款，因为银行只有140万元可供支付，每人可得70万元；双方期满才支取存款，每人可得120万元；如果只有一方提前支取，那么他得到原来的存款额100万元，而银行因为被迫提前抽回投资，可动用的资金只有140万元，当另一储户在期满时来支取他的存款的时候，银行就要破产，他顶多只能得到40万元的补偿，远远小于原来的存款额100万元。

| 储户甲 \ 储户乙 | 提前取款 | 到期取款 |
| --- | --- | --- |
| 提前取款 | 70, 70 | 100, 40 |
| 到期取款 | 40, 100 | 120, 120 |

银行挤兑

明白了这样的博弈形势，我们用相对优势策略下画线法，很快就可以知道这个博弈有两个纳什均衡：一个是最好的，即双方都待期满才来支取他们的存款，每人得120万元；另一个就很不好，即双方争先恐后都要同时提前取回他们的存款，这就造成银行挤兑。问题是，如果一个储户有提前取款的动向，另一个为了自己的利益不受损失，一定会马上跟进，要求同时提前取款。这就会发生银行挤兑。

在这个例子中，如果觉得银行只有两个储户不可思议，那么你不妨把它想象成银行有2万个储户，一边1万个，双方博弈，分析方法还是一样的。事实上，绝大多数银行挤兑都发生在传闻银行经营不好有可能破产的时候，一旦破产，储户就可能遭受严重损失。所以，银行一定要使自己的资金来源多元化，一定要使自己的投资适当分散，一定要注意良好的经营业绩，还一定要有相当比例的准备金。不然的话，一点儿风吹草动就可能让它在挤兑之下破产。银行破产了，损失最大的还是广大储户，通常还会造成严重的社会动荡。各国中央银行不仅要求商业银行有足够的准备金，而且要求商业银行把一定数量的准备金存放在中央银行的金库里，就是这个道理。中央银行担负着稳定国家金融的重任。

正因为如此，中央银行一定要规范商业银行的运作，同时担保占人口绝大多数的小储户的利益。例如美国的大部分商业银行，是向联邦保了险的，如果银行破产，储户10万美元以下的私人存款，将由联邦保障局负责兑现。在发达国家的银行开户，一定要先弄清楚你走进去的银行，储户利益是否得到了这样的保证。

前面为了简化讨论，假设银行只有两个储户；后来放宽，假设银行有2万个储户。但是这2万个储户的行为，只有两种模式，2万个储户按照这两种模式，分成完全相等的两组，每组1万个储户的步调完全一致。仔细想想，假设条件这样“放宽”，其实并没有放宽。

真正的放宽，可以有许多做法。现在我们提供这样一种：假设银行有2万个存款额度、存款期限都相等的储户，但是其中只有少数几个提前取款。你不妨自己运用博弈论的方法或者其他经济学的方法论证一下，少数几个储户提前取款，并不会引起银行挤兑。

# 数据不同，结果各异

在第一章“公共品供给的囚徒困境”那一节中，我们讲过一个例子：设想乡下某地有一个只有两户人家的小居民点，由于道路情况不好，与外界的交通比较困难。如果修一条路出去，每家都能得到的好处是3，但是修路的成本相当于4。要是没有人协调，两家各自打“是否修路”的小算盘，那么博弈的形势如下图所示：如果两家联合修路，每家分摊成本2，各得好处3，两家的纯盈利都是1；如果一家修路另一家坐享其成，修路的一家付出4而得到3，盈利是–1，坐享其成的一家的盈利是3。这时，因为没有人协调，站在各自私利的立场，修路对于甲来说是劣势策略，对于乙来说也是劣势策略。于是，运用严格劣势策略消去法，就可以知道这个博弈有唯一的纳什均衡，就是双方都不修路，双方都得0。

| 甲 \ 乙 | 修 | 不修 |
| --- | --- | --- |
| 修 | 1<br>1 | 3<br>–1 |
| 不修 | –1<br>3 | **0**<br>**0** |

公共品提供博弈之一

但是，如果每家因为修了路所得到的好处不是3而是5或者更多，博弈的情况将发生根本性变化。以好处是5为例，这时候如果合伙修路，每人分摊成本2，得到好处5，合伙修路每家的纯得益是3；如果一家单独修路，他承担全部成本4，纯得益是5-4＝1，不投资修路的一家占便宜搭便车，纯得益是5。这样，博弈情况就如下图：

| 甲 \ 乙 | 修 | 不修 |
| --- | --- | --- |
| 修 | 3<br>3 | 5<br>1 |
| 不修 | 1<br>5 | 0<br>0 |

公共品提供博弈之二

现在，双方都没有全面严格的劣势策略，所以不能使用劣势策略消

去法。但是，运用相对优势策略下画线法，我们就会知道这个博弈有两个纳什均衡：甲修路乙坐享其成，或者乙修路甲坐享其成。对方坐享其成固然令人不愉快，但要紧的是修路者觉得单独花钱修路对自己还是有好处的。

比较上下两种情况，我们可以看出，在好处比成本多不了多少的情况下，如果没有人协调，公共品的供应就缺乏激励保证。这是因为一家独力承担成本的话，设置公共品对于他来说将得不偿失。但是，在好处比成本多很多的情况下，人们就比较愿意独力承担提供公共品的成本。可见，博弈中0、3、4、5这些模拟数据要基本反映实际情况，不可太随意，这是一个非常重要的问题。事实上，如果一座石桥塌了，因为修桥的成本大，没有政府或制度协调的话，人们往往宁愿将就着绕道或蹚水过河。但是如果公寓走道的电灯坏了，因为一个灯泡的成本很有限，住家独自买一个新的灯泡换上去的可能性就比较大。

前面我们讲过帕累托效率的概念：如果资源已经被充分利用，要想再改善某些人的处境就必须损害其他什么人，就可以说这个经济已经实现了帕累托效率，或者说已经达到了帕累托最优（Pareto optimal）。本节第一个博弈说明，非合作博弈的结局常常不是帕累托最优的。这种情况的博弈虽然只有两个局中人，但是它的结局其实就是“三个和尚没水喝”的结局。事实上，二人博弈的分析也能够帮助我们说明不少“多人博弈”的前景。

三个和尚没水喝的局面是可以进行帕累托改善的：设想有人协调一下，安排一个轮流挑水或抬水的制度，三个和尚的处境都会得到改善。修路博弈的第一种情况也是这样，如果有人协调一下分摊修路成本，两家的处境都会从0改善到1，双方就有积极性分摊修路的成本了。

值得注意的是，第二种情形的修路博弈的两种可能的结局都是帕累托最优的，不能再进行帕累托改善，不能再改善一个人而不损害别人了。

本来，左上角合伙修路得益各为3的结局应该是最公平的，但是正如以前讲过的，帕累托效率不牵涉是否公平的问题。从右上角到左上角，甲是改善了但是乙的处境却变差了；从左下角到左上角，乙是改善了但是甲的处境却变差了。所以，两个纳什均衡都没有帕累托改善的余地，都处于帕累托最优状态。

# 囚徒困境两败俱伤的隐含条件

我们在“为什么主要讨论非合作博弈”这一节，谈过经济活动中的卡特尔现象，那就是几个大企业联手或勾结起来形成对行业的垄断，谋求最大利润。我们也指出，卡特尔行为本身就提供了瓦解卡特尔的激励。所以在人类的经济活动中，除了石油输出国组织还算比较成功的以外，卡特尔行为成功的例子实在很少。

现在，我们也可以从“数据不同，结果各异”的角度，谈谈欧佩克作为一个卡特尔为什么能够做到比较成功，认识囚徒困境之所以导致两败俱伤实际上存在隐含条件。

原始的囚徒困境模型是这样的：

| 甲＼乙 | 坦白 | 抵赖 |
|---|---|---|
| 坦白 | −2, −2 | 0, −3 |
| 抵赖 | −3, 0 | −1, −1 |

囚徒困境

每个数字都加上3，就演变成价格大战的囚徒困境：

于是，运用劣势策略消去法，我们知道，如果甲乙这两家企业组成高价联盟卡特尔，这个卡特尔就很容易瓦解。两家企业总是要偷偷降价，引发两败俱伤的价格大战。

| 甲＼乙 | 低价 | 高价 |
|---|---|---|
| 低价 | 1, 1 | 3, 0 |
| 高价 | 0, 3 | 2, 2 |

价格大战

其实这需要一个前提条件，那就是两家企业的实力相当。很可惜的是，许多读者在学习博弈论的时候，都没有领悟到这个前提条件，许多

院校在讲授博弈论的时候，也都没有点出这个隐含条件。这样一来，就很难从博弈论的角度说明，为什么有些卡特尔可以取得成功。

现在，我们对比讨论价格大战囚徒困境模型中两家企业实力相当的情形和两家企业实力差距很大的情形，看看结果会有什么不同。

首先是两家企业实力相当的情形，它们的博弈可以表达为：

| | | 乙 低价 | 乙 高价 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 低价 | **10**（甲），**10**（乙） | 30（甲），0（乙） |
| 甲 | 高价 | 0（甲），30（乙） | 20（甲），20（乙） |

实力相当价格大战

结果自然是走向两败俱伤的那个唯一的均衡，因此如果它们结成高价联盟卡特尔，这个卡特尔不会稳定。

但是，如果两家企业的实力差距很大，比方说甲乙两家企业的实力是9：1，那么博弈可以表达为：

| | | 乙 低价 | 乙 高价 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 低价 | **18**（甲），**2**（乙） | 30（甲），0（乙） |
| 甲 | 高价 | ?（甲），?（乙） | 36（甲），4（乙） |

实力悬殊价格大战

3个格子里面的利润赋值，都很自然。左上方格子和右下方格子的数据说明，无论两家企业都采取高价策略还是都采取低价策略，两家企业实现的利润都是9：1的关系。另外，在左上方格子里，实力相当情形和实力悬殊情形的利润赋值之间10＋10＝18＋2的关系，体现市场容量相同；在右下方格子里，实力相当情形和实力悬殊情形的利润赋值之间20＋20＝36＋4的关系，也体现市场容量相同。右上方格子里30和0的利润赋值也很清楚：既然在实力相当情形下面对对手的低价竞争你采取高价策略，利润会降为0，那么实力较弱的企业面对强大对手的低价竞争还是采取高价策略，利润自然为0。

但是左下方格子里的两个利润赋值，却值得我们仔细琢磨。这个格

子反映的是实力弱的企业乙采取低价策略、实力强的企业甲采取高价策略的那样一种对局情况。这时候，市场当然“钟爱”企业乙，倾向于企业乙，可是因为企业乙实力比较弱，它“吃不下”那么大的市场份额，结果虽然市场倾向于它，市场的一个很大的份额还是要“留给”实力强大的对手——企业甲。由此可见，左下方格子右上角企业乙的利润赋值，达不到30那么大，而左下角企业甲的利润赋值，也不会减到0那么小。

那么究竟赋值多少比较合理呢？这就需要对企业生产能力的经济扩张有比较清晰的把握。为此需要注意，企业的实力不仅反映在现时的生产能力上，而且反映在生产的“经济扩张”能力上。

“生产扩张”容易理解。比如订单多了，生产就扩张了，比方说从原来生产1万件衬衫，扩张到后来生产2万件衬衫、3万件衬衫、10万件衬衫。从原则上说，企业生产扩张的能力是很大的，比方说一家服装生产企业，订单多了，哪怕它自己生产不过来，也可以安排其他企业为它生产，然后以它自己的品牌销售出去。问题是，这样做的时候成本往往会上升。所以随着生产的扩张，扩张到一定程度以后，再扩张下去这种生产就会变得不经济了。所以，单纯说企业生产能力的扩张是没有多大意义的，要紧的是企业生产的经济扩张能力，就是要看企业的生产扩张了多少倍，仍然还是经济的生产。

事实上，如果不是盯着企业生产的经济扩张能力，那就没有企业经济实力之分。比方说甲乙企业现在的产出大约是9：1，我们说乙企业实力比较弱。但是，如果乙企业可以轻易把它的生产经济地扩张10倍甚至20倍，我们还能够说它的实力不如甲企业吗？

在明白重要的是企业生产的经济扩张能力以后，我们在进一步的讨论中假设，甲乙两家企业生产的经济扩张能力都是2，也就是说，它们顶多把各自的生产扩张到原来的2倍，超过这个倍数，生产就会变得不经济。

这样一来，我们就知道，虽然市场倾向于采取低价策略的企业乙，但是因为企业乙的经济扩张能力是2，所以还是只有两成的顾客能够享受到企业乙的低价产品（原来是一成），剩下八成的顾客还是要接受企业甲的高价产品，从而按照原来高价的时候每实现一成市场份额获得利润4的赋值。我们可以设想，获得八成市场份额的企业甲实现的利润，应该在8×4＝32左右；而企业乙实现的利润，应该是2×2＝4。

最后需要注意，左下方格子情形中的市场容量比右下方格子情形中的大，所以那个32应该向大的方向修正。

于是我们得到：

| 甲 \ 乙 | 低价 | 高价 |
| --- | --- | --- |
| 低价 | 18, 2 | 30, 0 |
| 高价 | 32＋, 4 | 36, 4 |

实力悬殊价格大战

因此，均衡是虽然乙企业实行低价，甲企业仍然维持高价，而不是两家企业展开价格大战。

由此可见，如果实力差距很大的两家企业展开价格竞争，大企业是犯不着与小企业那么计较的，因为市场大局如何，对大企业影响最大。如果大企业也和小企业“一般见识”，自己的损失会更大。上述模型也可以说明我们在前面所说的大股东要挑起监督经理的重任的道理。博弈论大师迪克西特用一句话来概括这种情况，那就是：贵人的行为理应高贵。

在欧佩克当中，沙特的实力明显大于其他国家。正是由于沙特扮演上述模型中大企业的“高贵”角色，所以磕磕碰碰之下，欧佩克还算是一个比较成功的卡特尔。只是需要注意，欧佩克主要的手段不是协调价格，而是协调产量。读者可以尝试自己建立产量决策的囚徒困境模型，展开同样的讨论。

当然，以上讨论是就一次博弈的价格大战囚徒困境展开的。如果大企业不是着眼于当次博弈的最大利润，而是着眼于把对手小企业打垮，为以后谋得市场垄断地位，则又另当别论。事实上，如果展开如何把对手打垮的讨论，上述模型也必须做相应的修改。至于如何修改，我们也留给有兴趣的读者自己尝试。

# 禁鸣喇叭与交通顺畅

差不多从20年前开始，广州市区禁止机动车鸣喇叭。这是顺应民意的一项制度设置。我国一些城市的噪声污染十分厉害。除了工地和装修以外，城市噪声的主要来源是机动车的马达和喇叭。马达噪声由几十万辆机动车的先天质量决定，一下子要治也难，成本负担不起。鸣喇叭，却可以先治。因为实施成本不是那么大，这项制度有很好的可行性。

汽车有喇叭，但是在一般情况下不许鸣叫，可算中国特色的制度创新。我在美国生活过较长时间，那时候也自己开车。除了路考驾驶执照的时候按照考官的指令摁响过喇叭说明车况良好以外，还真没有多少其他摁喇叭的记录。在美国，其实倒是可以鸣喇叭的。那么，为什么我和绝大多数美国人一样，绝少摁喇叭呢？主要是因为行人车辆都很守规矩，没有摁喇叭的必要。其次，无缘无故摁响喇叭，就像开会或听课时打哈欠或者晃腿一样，被认为是教养不足的表现。在那样的环境里，一方面没必要，另一方面行为不“上等”，自然就很少发生乱摁喇叭的事情。

和人家比较，我们这里行人和车辆原来都比较没有规矩和不守规矩。首先是没有规矩，或者规矩不明确。例如行人怎样走过不设交通灯的斑马线，就没有明确而且合理可行的规矩。与此相联系的，就是随之而来的人们缺乏礼让意识。谁礼让谁吃亏的现实，使我们的交通博弈陷入了囚徒困境。

| 汽车 \ 行人 | 礼让 | 抢行 |
| --- | --- | --- |
| 礼让 | 8, 8 | 1, 9 |
| 抢行 | 9, 1 | 2, 2 |

行人车辆交通博弈

在这个交通博弈中，若对方礼让我也礼让，大家顺畅都可以得8。如果别人礼让我抢行，我占了便宜可以得9，对方只能得1，所以站在自己的利益角度，抢行为好；若对方抢行我也抢行，大家挤死都只能得2，我要是礼让就更糟，寸步难移只能得1，所以为了自己的利益，也只

好抢行。由此可见，礼让是每个参与人的劣势策略，抢行则是优势策略。运用劣势策略消去法，可以知道博弈的结局是大家都抢行，大家都只得2。我们的交通博弈，就这样被锁定在大家都争抢大家都吃亏的“双输对局”（2，2）的位置。

因为我国绝大多数司机是职业司机，所以首先从要求司机礼让入手解决城市交通的困境，未必不是合理的切入。这就是下面汽车禁鸣喇叭实际上要求汽车礼让的博弈。具体来说，我们用双实线表示不许汽车抢行的制度设置。

但是禁鸣喇叭最后是否能够同时达到交通改善的结果，是否能够真正把交通博弈引导到规矩礼让从而大家受益的“双赢对局”（8，8），要看行人和单车是否能够做出响应。目前的实际情况就是，行人和自行车没有这个自觉性，常常不理会人行道的红灯，硬是挤过马路，让汽车无所适从。这也难怪，当汽车被制度规范住了的时候，汽车已经没有选择。在上面矩阵表示的博弈中，行人抢行可以得利，于是（汽车礼让，行人抢行）行人得9汽车只得1的对局，就成为新制度下的纳什均衡。

| | | 行人 | |
|---|---|---|---|
| | | 礼让 | 抢行 |
| 汽车 | 礼让 | 8 / 8 | 9 / 1 |
| | ~~抢行~~ | 1 / ~~9~~ | 2 / ~~2~~ |

制度下的交通博弈

既然行人和自行车不能自觉回应，照理说就该设置罚则，让那个9至少降到7，甚至更低，才能达到汽车和行人各得8的纳什均衡，实现相互礼让、交通顺畅的目标。论人均道路面积，香港恐怕比不上内地；但是香港规矩清楚，管治严厉，交通的通畅度却比内地高许多。这值得我们深思。我们禁鸣喇叭的初衷是降低城市噪声水平，但是我希望也能够从这里发展起交通比较顺畅的前景。从交通的角度说，禁鸣喇叭，可以是走出上面说的“双输对局”的第一步。但是必须有第二步跟上来，规范行人和自行车。否则，就像曾经的广州那样，长期受气的汽车再也耐烦不住，和行人、自行车抢在一起。

| | | 行人 | |
|---|---|---|---|
| | | 礼让 | 抢行 |
| 汽车 | 礼让 | 8<br>8 | （9→）7<br>1 |
| | ~~抢行~~ | 1<br>9 | 2<br>2 |

梦想的交通博弈

我有一个梦：大家都认识到抢行是“不上等”的行为，自己从道义上把抢行得到的好处从9降到7甚至更低，实现车辆和行人、自行车相互礼让大家顺畅的双赢前景。

# 串通作弊和风险优势

博弈论讲到现在，读者可能已经有这样的体会：重要的是把一个博弈的矩阵表格写下来，至于一个博弈叫作什么博弈并不要紧，有关的策略叫作什么策略也不要紧。好的故事有助于理解，好的名字有助于记忆，名字和故事都可能带有启发性。但是名字和故事并不影响博弈本身的分析，特别是不影响博弈的纳什均衡，不影响博弈的结果。

有一个博弈的矩阵表示如下。既然策略叫什么名字并不要紧，我们就把左方局中人甲的策略叫作“上”策略和“下”策略，把上方局中人乙的策略叫作“左”策略和“右”策略。运用相对优势策略下画线法，我们马上知道这个博弈有两个纳什均衡：一个是左上角的格子，甲选择上策略乙选择左策略双方得（9，9）；另一个是右下角的格子，甲采用下策略乙采用右策略双方得（7，7）。那么，两个纳什均衡之中，究竟哪一个发生的可能性比较大呢？

| 甲 \ 乙 | 左 | 右 |
|---|---|---|
| 上 | 9, 9 | 0, 8 |
| 下 | 8, 0 | 7, 7 |

任意的博弈矩阵

我们不妨先只站在甲的位置上分析一下前景。甲对于乙将采用哪一个策略，当然是不知道的，否则就不叫博弈了。甲可以设想，乙采用左策略和右策略的机会是一半对一半。这样，如果甲采用上策略，他得9和得0的机会也是一半对一半，他的**期望支付**（expected payoff）将是（9+0）÷2=4.5；如果甲采用下策略，他得8的机会和得7的机会将是一半对一半，他的期望支付将是（8+7）÷2=7.5。所以，从期望支付来看，甲采用下策略是比较稳妥的，至少可以得7，运气好可以得8；如果采用上策略，运气好固然可以得9，但是运气不好可就将得0。为了稳妥起见，还是不要冒得0的风险好。

在前景不确定的情况下，期望的结果如何，即各种可能结果的加权

平均值如何，是非常重要的判断标准。设身处地想想，如果你是局中人甲，你将采用哪个策略呢？我想你一定会选择下策略。这个博弈是对称的，乙的处境和甲完全一样。所以，乙多半也要选用稳妥的右策略，至少可以得7，运气好可以得8，他不会冒可能得0的风险去搏那个9。甲多半选下策略，乙多半选右策略，所以博弈的实际结局多半是右下角那个格子，即甲采用下策略乙采用右策略，双方各得7。

在这种情况下，博弈论学者说右下角格子代表的“甲下乙右”得（7，7）的纳什均衡，具有风险优势（risk advantage）。注意，风险优势不是表示风险大，反而是说风险比较小，优势在于风险小。

给这个博弈起一个名字并不难。我先给一年级大学生讲这个博弈，小林就想到考试作弊。后来给硕士研究生讲这个博弈，小徐也用考试作弊来编故事。这也难怪，因为他们都是学生，头脑里常常是考试。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 作弊 | 不作弊 |
| 甲 | 作弊 | <u>9</u>，<u>9</u> | 0，8 |
| | 不作弊 | 8，0 | <u>7</u>，<u>7</u> |

串通作弊博弈

小徐编的故事是：在一次涉及名额挑选的10分制考试中，考官规定，一旦发现谁作弊就将给予0分，揭发他人作弊，奖励1分。甲乙两人功课都比较好，如果都不作弊，估计都可以得7分；如果串通作弊没被发现，因为“取长补短”，每人可得9分；如果一人作弊另一人告发，作弊者得0分，告发者得7＋1 ＝ 8分。这个故事看起来像模像样，不无道理。

必须说明，前面说甲可以设想乙采用左策略和右策略的机会是一半对一半。这自然只是非常初步非常粗略的试探性设想，因为乙采用左策略还是右策略的机会未必是一半对一半。关于这个问题的讨论，牵涉参与人的各种（纯）策略按照不同的概率组合成为参与人的“混合策略”这么一个重要的概念。

下一章，我们将介绍混合策略和混合策略纳什均衡的概念，以及计算混合策略纳什均衡的反应函数法。读到那里，读者想必会对我们现在这里粗浅的概率假设产生新的体会。

# “最惠客待遇”对谁有利

在我国加入WTO（世界贸易组织）以前，我们常常听到“最惠国待遇”的说法，因为美国国会和政府从美国国内的政治需要出发，老是威胁不给中国最惠国待遇。有几年时间，这样的闹剧一再重演，热闹得很。如果顾名思义不做思考，很容易就会被“最惠国待遇”这个来自美国的说法误导，以为美国给不给中国最惠国待遇，是美国给不给中国好处的问题。其实，当今世界绝大部分国际贸易，都在相互给予最惠国待遇的条件下进行。美国和我们之间互相给予最惠国待遇，对美国自己也有很大好处。给最惠国待遇，并不是施舍。相反，不给我们最惠国待遇，则是明显的歧视。动不动就以“不给最惠国待遇”来威胁，只是暴露了美国霸权主义的嘴脸。

有趣的是，美国国内的商业竞争，也有最惠客条款（most-favored-customer clause，即“最惠客待遇”）的手法，花样繁多。经济学家用博弈论分析其中一些最惠客待遇的做法，说明它们其实并不给顾客带来优惠。

了解最惠客待遇的具体做法，先要介绍美国市场营销的一些知识。在美国，像时装这样兼顾时髦与价值的一些商品上市，开始的时候价钱通常很贵，等到热度过去，价钱就降下来了。再过一段时间，甚至可能打三折两折贱卖。生活在这样的市场环境里，不那么讲究时髦的顾客，特别是手头不那么阔绰的顾客，往往会等待第一轮热潮过去商品降价了才肯购买。所谓最惠客待遇，有时候其实是一种不降价的承诺：顾客现在买了商品，如果后来发现商店把这种商品的价格降了下来，商店保证退还降价的差额，务必不让最早购买商品的顾客吃亏。

事情讲到这里，本来已经很清楚这种最惠客待遇并不会给顾客带来优惠。这种最惠客待遇的逻辑，就是不让最早光顾的顾客吃亏，压抑顾客持币观望的倾向，促使想买的人及早购买，以保证货如轮转。不降价是不是对顾客有利，就看你处于什么社会阶层了。要紧的是，这种营销手段的名字很好听。

假定有两个商场在市场上竞争一种商品的销售，并且两家合起来完

全垄断了这种商品的市场供应。对此我们很熟悉，如果两家联手卖高价，都可得到比较高的利润，比如说10。如果两家都卖低价，双方的利润都比较低，比方说5。如果一家高价一家低价，高价的要亏损得–1，低价的利润上升到14。运用劣势策略消去法，我们马上知道不实行最惠客待遇时，双方都进行低价销售，是这个非合作博弈唯一的纳什均衡。

| 甲 \ 乙 | 不降价 | 降价 |
| --- | --- | --- |
| 不降价 | 10, 10 | –1, 14 |
| 降价 | 14, –1 | 5, 5 |

不实行最惠客待遇

如果实行最惠客待遇，一家降价一家不降价，那么不降价的一家仍然亏损得 –1，但是降价的那家因为要补偿原来的顾客，盈利不是上升到14，而是下降到9。这时候，分析营销博弈不能用劣势策略消去法，但是可以用相对优势策略下画线法，得到两个纳什均衡，一个是双方都卖高价，各得10，另一个是双方都卖低价，各得5。单就两个纳什均衡来说，似乎仍然有可能双方都卖低价优惠了顾客。但是如果站在两家商场的立场上，双方都卖高价这个纳什均衡具有明显的帕累托优势，所以理性的商场当然要采取高价策略。特别需要注意的是，动态地说，采取高价策略以后，商场不再有降价的激励。这样，商场可以获得比较高的利润，顾客却享受不到什么“优惠”。

| 甲 \ 乙 | 不降价 | 降价 |
| --- | --- | --- |
| 不降价 | 10, 10 | –1, 9 |
| 降价 | 9, –1 | 5, 5 |

实行最惠客待遇

在我们的市场上，顾客也常常听到相当于最惠客待遇的宣传。“铁价不二”的说法就是较好的例子，不过我们的铁价不二往往有时间性。另一种是广东一带“熟客仔”的说法，说你是熟客仔、老顾客，表示特别关照你。实际上，只有个别顾客没有“享受”到熟客仔和老顾客的待遇，多数人都是熟客仔，他们只是没有被宰而已。

# 风险优势的判定

回到前面讲过的串通作弊博弈，具体的数据略有改动，支付矩阵如下所示。我们说右下角得（4，4）的纳什均衡具有风险优势，即风险比较小。当时，我们通过设想对方采取两种策略的概率是一半对一半，比较在这种设想的条件下双方期望支付的大小，确定右下角的均衡比左上角的均衡具有风险优势。具体的做法是试探性、参考性地假设对方采用两个策略的机会都是一半对一半，这样来计算自己的期望支付。对方不默契要从（4，4）这个均衡偏离出去的话，我将得到5，而对方要从（6，6）这个均衡偏离出去的话，我的支付将变为0。假设对方采用两个策略的机会都是一半对一半，就是假设对方固守均衡的概率和从均衡偏离出去的概率都是一半对一半。这样，在右下角格子里，期望支付是（4+5）÷2=4.5，在左上角格子里，期望支付是（6+0）÷2=3，因为（4+5）÷2=4.5大于（6+0）÷2=3，所以得到（4，4）这个纳什均衡比得到（6，6）那个均衡具有风险优势。从期望支付来看，甲采用下策略是比较稳妥的：至少可以得4，运气好可以得5；如果采用上策略，运气好固然可以得6，但是运气不好却将得0。为了稳妥起见，还是不要冒得0的风险好。同样，乙也倾向于采用比较稳妥的右策略，所以博弈的实际结局，多半是右下角的（4，4）。

| | | 乙：左 | 乙：右 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 上 | 6，6 | 0，5 |
| 甲 | 下 | 5，0 | 4，4 |

串通作弊博弈

这样来初步说明风险优势的意思是很好的，但是也有不够严密的地方，就是假设双方采用两个策略的机会都是一半对一半，缺乏足够的根据。为什么认为甲采用“上”策略可能得到6的概率和采用“下”策略可能得到4的概率一样呢？如果有人假设甲采用“上”策略可能得到6的概率是60%、采用“下”策略可能得到4的概率是40%，你能说他没有道理吗？不能。实际上，可以得6的概率为60%和可以得4的概率为40%，恐怕比原来假设的一半对一半的概率更加自然。

可见，假设概率情况来计算期望支付，然后通过比较期望支付的大小来确定哪个均衡具有风险优势，容易引起争议。现在经济学家采用的方法，不是这样的假设概率的期望支付比较法，而是偏离损失乘积比较法，简称偏离损失比较法。

以上述串通作弊博弈为例，它有A＝（上，左）和B＝（下，右）两个纳什均衡。如果甲从A偏离出去，盈利从6变成5他要损失1，我们写“甲的离A损失为1”；如果甲从B偏离出去，盈利从4变成0他要损失4，我们写“甲的离B损失为4”。同样，如果乙从A偏离出去，盈利从6变成5他要损失1，我们写“乙的离A损失为1”；如果乙从B偏离出去，盈利从4变成0他要损失4，我们写“乙的离B损失为4”。现在，注意（1×1＝1）＜（4×4＝16），也就是说：

甲的离A损失×乙的离A损失 < 甲的离B损失×乙的离B损失

这时候我们论定，均衡B比均衡A具有风险优势。

A、B两者都是纳什均衡。现在，两人单独偏离B的损失乘积（16），大于两人单独偏离A的损失乘积（1）。因为偏离B的损失更大，所以他们更不愿意偏离B，从而我们认为均衡B比均衡A具有风险优势。

在以前讲过的所有博弈之中，读者可以找那些有不止一个纳什均衡的博弈来做练习，看看究竟哪一个均衡具有风险优势。

这里介绍的风险的偏离损失乘积比较法，是博弈论学者提出来不久的一种方法。必须说明，从最新的方法探讨能否演进到形成共识被普遍接受，还需要许多研究，还要等待相当长的时间。

# 说说风险优势的从属地位

请看下面的博弈，如果你是局中人甲，你会选择哪个策略？

| | | 乙 左 | 乙 右 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 上 | （A） 6，6 | -1 000，5 |
| 甲 | 下 | 5，-1 000 | （B） 4，4 |

博弈策略

很明显，这个博弈有两个纳什均衡：一个是甲上乙左得（6，6），另一个是甲下乙右得（4，4）。左上角的均衡具有帕累托优势。

现在用上一节讲的偏离损失比较法来看哪一个均衡具有风险优势。我们把左上角的均衡叫作均衡A，把右下角的均衡叫作均衡B，那么甲的离A损失为1，乙的离A损失也是1；甲的离B损失为1 004，乙的离B损失也是1 004。因为

（甲的离A损失×乙的离A损失＝1）＜（甲的离B损失×乙的离B损失＝1 008 016）

所以，我们可以判断均衡B具有风险优势。

按照帕累托标准即赢利标准，均衡A占优势，但是按照风险标准，均衡B占优势。这就犯难了，究竟你倾向于哪个均衡？我猜想作为局中人甲，你多半会选择下策略。为什么？因为选上策略固然可能得到比4大的6，但是如果对方不默契或者不理性选择了右策略，你可要承受1 000的损失。既然选择上策略的风险那么大，你自然会选下策略。选择下策略，“旱涝保收”至少得4，这是完全没有风险的盈利。

我这样判断，是基于两个前提：第一，人是会犯错误的；第二，你不喜欢冒大的风险。在这个例子中，我说人是会犯错误的，主要是说你的对方可能犯错误。如果他是完全理性的，包括精于计算和不会犯错

误，他当然会选择左策略，这样你也不必为损失1 000的风险担心。只是因为他可能糊涂，可能失于计算，可能犯错误，所以你才要设法规避可能的风险。

至于我说你不喜欢冒大的风险，可能你不同意。实际上，如果我对你不是很了解就说你不喜欢冒风险，的确武断了一些。不过我也有根据，就是心理学和经济学都说明，绝大多数人都不喜欢冒风险，绝大多数人都是风险厌恶（risk aversion）者。既然这样，虽然我对你还不了解，但是我说你不喜欢风险，说错的概率也比较小，我冒得起这个比较小的风险。

诺贝尔科学奖是瑞典皇家科学院送给国际科学界的礼物，瑞典位于北欧的斯堪的纳维亚半岛。每年的诺贝尔经济学奖颁发以后，在次年的《斯堪的纳维亚经济学杂志》上，照例会有权威学者介绍获奖者贡献的文章。该杂志1995年的第一期，就刊登了荷兰范丹墨教授和瑞典维布尔教授合写的文章，介绍纳什、海萨尼和泽尔滕三位教授的贡献。这篇文章写得很好。

其中，关于帕累托优势和风险优势的关系，文章是这样说的："在帕累托标准和风险标准之间，理论给帕累托优势以优先权，而风险优势只在局中人面临不知道选哪个均衡好的不确定性的时候才变得重要。当一个均衡具有帕累托优势的时候，局中人一定会选择这个均衡，不确定性就不存在了。"

这就是说，只要均衡A比均衡B具有一点儿帕累托优势，那么哪怕均衡B比均衡A具有很大的风险优势，也认为将发生的是A而不是B。这么武断，似乎与常识背离，是因为经济学研究的是理性行为。彻底理性的"人"，不会糊涂，不知风险，不是生活在我们周围的人。

经济学家在理性假设之下得出来的结论，未必适合读者面对的理性不那么彻底的情形。"是经济学家错了，还是我们自己错了"，这本来是非常值得思考和回味的问题。

我们思考的结果之一，就是经济学家和读者都不应该受到责备。

# 风险厌恶的统计和理论

如果你是一个穷学生或者下岗职工，好不容易找到一份在周末卖力气的工作。老板别出心裁地安排了两种工资支付方式：第一种是每天下班时领取人民币100元；第二种是每天下班后扔一个面额1元的硬币，如果面额向上你可以领取200元，如果图案向上面额向下你当天就没有工资。两种支付方式由你选择，你倾向于哪一种？

大家知道，扔硬币的结果，面额向上和面额向下的概率是一半对一半。（0×1/2）+（200×1/2）＝100。所以，从你实际领取到的工资数额来说，两种方式得到的工资期望值应该是一样的。如果你对此有疑虑，可以换一个角度，站在老板的立场上想一想：老板要是请了500个像你一样的散工，都允许他们选择第二种工资支付方式，那么老板是不能期望占到什么便宜的。老板不能占到便宜，也就是你们并不吃亏。

所以说，着眼于“大数”，即着眼于多次实践，从两种方式双方都一样不吃亏来说，依任何一种方式领取工资和支付工资，无论对于工人还是对于老板，所得和所付都是一样的。

但是面对得失理应一样的两种制度，我猜你多半会选择第一种工资支付方式。因为你和绝大多数人一样，是经济学所说的风险厌恶者，是不喜欢无端去冒什么风险的人。

如果我猜得对，这将是对“绝大多数人是风险厌恶者”的论断的又一实验和统计支持。

从理论上说，风险厌恶是经济学所说的边际效用递减规律（law of diminishing marginal utility）的自然要求。同样一件东西，当你很渴望得到它的时候，消费它给你带来的满意程度很大；当你不那么需要它的时候，消费它给你带来的满意程度比较小。经济学把满意程度称为“效用水平”，或者简称“效用”（utility）。当你很渴的时候，第一杯水给你带来的效用最大，第二杯就少一点儿，第三杯、第四杯将继续递减，第五杯、第六杯给你带来的效用可能就是负的了，因为你的肚皮已经撑得越来越难受了。这就是所谓的“边际效用递减率”，因为经济学把

最后消费的那杯水给你带来的效用叫作“边际效用”。

不仅一般消费品是这样，金钱对于人们也是这样。100元钱，在你很穷的时候带给你的边际效用很高，就像口很渴的人得到的第一杯水，那是救命钱。同样的100元钱，当你已经很有钱的时候，带给你的边际效用并不是很高，有点儿像已经差不多喝饱水的时候再得到一杯水一样。钱带来的边际效用和水有一个不同的地方，那就是钱带来的边际效用虽然在下降，却并不会降为0，更不会降为负数；但是短时间要喝到肚里的水带来的边际效用，却一直下降，降到0，甚至降到负值，也就是不再喝更好。

设想第一个100元带给你的边际效用是100，第二个100元带来的边际效用是94，第三个100元带来的边际效用是90……第30个100元带来41，第31个100元带来40，第32个100元带来39……这时候你看，作为一个穷人，今天保证得到100元工资，给你带来的效用将是100。如果选择第二种支付方式，你得不到工资和得到加倍工资即200元的机会是一半对一半。那么，虽然你今天的工资的期望值仍然是（0×1/2）+（200×1/2）=100，但是因为第一个100元带给你的边际效用是100，第二个100元带来的边际效用降为94，得200元所获得的总效用是100+94=194，你的效用期望值将是（0×1/2）+（194×1/2）=97，比第一种工资支付方式的效用100小。这就是你选择第一种方式的原因。

边际效用递减率还可以说明有钱人比较经得起风险。接着上面的数值模拟例子说吧，如果你是“打工皇帝”，每天已经有3 000元的收入，现在又可以增加100元，这将是第31个100元。现在，究竟是选择每天增加100元带来40的边际效用，还是选择扔硬币，运气好得200元带来40+39=79的边际效用，运气不好就拉倒，对你而言已经无所谓了。因为第二种方式带来的边际效用期望值是（0×1/2）+（79×1/2）=39.5，这和第一种方式带来的40相差很少。

# 第四章
# 混合策略与均衡筛选

我们迄今讨论过的博弈，其纳什均衡都是这个参与人的某个策略与那个参与人的某个策略组成的适当对局，但是这一章介绍的“扑克牌对色游戏”博弈，却没有这种由参与人的这个那个现成策略组成的纳什均衡。那么，是不是说扑克牌对色游戏博弈就没有纳什均衡呢？不是。虽然扑克牌对色游戏博弈没有迄今我们介绍过的那种纳什均衡，却有我们即将介绍的所谓混合策略的纳什均衡。

这一章的重点，就是引入混合策略的概念，并且介绍确定混合策略纳什均衡的反应函数法。相对于这一章即将介绍的混合策略，原来我们熟悉的策略，相应地叫作可供博弈参与人选择的纯策略。原来限于由纯策略组成的策略组合范畴所得到的纳什均衡，相应地叫作纯策略纳什均衡。

当一个博弈有不止一个纳什均衡的时候，特别是有不止一个纯策略纳什均衡的时候，如何筛选出稳定性更好的纳什均衡，是博弈论的重要课题。对于这个筛选问题，我们在前面实际上已经谈过一些，例如帕累托效率标准和风险优势标准。在这一章，我们还会进一步展开纳什均衡的筛选问题，让读者有机会初步接触博弈论大师谢林和奥曼的部分创造。

# 扑克牌对色游戏

现在请大家玩所谓的扑克牌对色游戏（game of color-matching）：两人博弈，每人从自己的扑克牌中抽一张出来，一起翻开。如果颜色一样，甲输给乙一根火柴；如果颜色不一样，甲赢得乙的一根火柴。为了确定起见，我们不允许出扑克牌中的“大鬼”和“小鬼”。

大家知道，不算“大鬼”和“小鬼”的话，正规扑克牌的基色，只有红和黑两种颜色。所以，每个参与人的（纯）策略都只有两个，一是出红，一是出黑。这样，我们可以把博弈矩阵写下来：甲出红乙也出红，颜色一样，甲得–1乙得1；甲出红乙出黑，颜色不一样，甲得1乙得–1；甲出黑乙出红，颜色不一样，甲得1乙得–1；甲出黑乙也出黑，颜色一样，甲得–1乙得1。上面这个“纯”字的意思，等一下再仔细说明。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 红 | 黑 |
| 甲 | 红 | 1<br>–1 | –1<br>1 |
| | 黑 | –1<br>1 | 1<br>–1 |

扑克牌对色游戏

每人两个（纯）策略，二二得四，一共有4种（纯）策略对局情形。按照本书迄今为止介绍过的均衡概念，我们容易知道这个博弈的4个格子代表的都不是纳什均衡。实际上，在博弈矩阵的4个格子中，没有一个符合“谁单独改变策略都没有好处”的均衡标准。例如，左上方甲出红牌乙也出红牌双方支付为（–1，1）的格子，甲单独改变策略变成出黑牌，他的得益就从–1变成1，甲改变有好处。可见，左上方格子代表的不是纳什均衡。再看右上方格子，甲红乙黑双方的支付分别为（1，–1），乙要是改出红牌，得益就从–1上升到1，乙改变有好处。可见，右上方格子代表的也不是纳什均衡。同样，左下方格子和右下方格子代表的也都不是纳什均衡。

包括刚刚介绍的扑克牌对色游戏在内，迄今我们接触过的博弈，都是有限同时博弈（simultaneous-move finite games）。所谓有限，就

是博弈参与人的数目有限，可供每个参与人选择的（纯）策略的数目也有限。所谓同时，就是博弈的参与人同时选择他们的策略，而不是有先有后。

博弈论最重要的纳什定理说，每个有限同时博弈都有纳什均衡。可是，仔细看看上面的扑克牌对色游戏这个简单的博弈，它的全部4个格子所代表的，却都不是我们讲过的那种纳什均衡。是不是这个博弈就没有纳什均衡了呢？不是。这是因为还有一种纳什均衡我们没有讲过，那就是混合策略纳什均衡（Nash equqilibrium of mixed strategies），而以前讲的都是纯策略纳什均衡（Nash equilibrium of pure strategies）。

读到下一节我们将知道，混合策略的概念和计算方法，其实并不很困难，除了现讲现明的简单“概率”概念以外，只用到一点儿初中代数而已。这个说法，等我们讲完混合策略的纳什均衡以后，相信你就会同意。不过虽然大多数读者都具有中学甚至高中的文化程度，可是当年学过并且考试通过以后，他们多半已不再使用初中代数，也就变得不会使用初中代数了。

顺便说说，这个扑克牌对色游戏，属于下一章将要专门讨论的所谓“零和博弈”。对于这种博弈，每一个策略对局之下博弈双方的总支付即双方得失之和总是0，所以叫零和博弈。在上面扑克牌对色游戏的例子里，每一局博弈的结果不外乎你输一根火柴我赢一根火柴或者你赢一根火柴我输一根火柴，每一对局之下你的支付与我的支付的总和总是0。这就是零和博弈的意思。

# 混合策略和纳什定理

这一节着重解说混合策略。

首先看局中人甲，他既有出红牌和出黑牌两种纯策略（pure strategy），还有以$p$的概率出红牌和以1-$p$的概率出黑牌的混合策略（mixed strategy），这里$p$是0和1之间的一个小数，但是也通常表示为一个百分数。比如说$p＝0.4$，也就是$p＝40\%$，那么1-$p＝0.6$，即1-$p＝60\%$。这时候说甲的混合策略是（$p$，1-$p$），就是说甲以$p＝0.4$或$p＝40\%$的概率出红牌，以1-$p＝0.6$或者1-$p＝60\%$的概率出黑牌。可见，所谓混合策略，不是纯粹这样做或者纯粹那样做，而是有百分之多少的概率选择这样做，有百分之多少的概率选择那样做，这两个百分数加起来，应该是1，即100%。

这样一来，局中人可以选择的策略就多得多了，至少你知道是无穷多个。$p＝0.4$可以，$p＝0.2$、$p＝0.3$、$p＝0.79$、$p＝0.199\ 842\ 6$，甚至$p＝0$或$p＝1$也可以，可不是无穷多种选择吗？如果$p＝0.79＝79\%$，那么1-$p＝0.21＝21\%$，混合策略（$p$，1-$p$）就是出红牌的机会是79%，出黑牌的机会是21%。

如果$p＝0$，那么1-$p＝1＝100\%$，这时候，混合策略（$p$，1-$p$）＝（0，1）就是出红牌的机会是0，出黑牌的机会是100%。也就是从概率角度说他只出黑牌，变成原来讲的纯策略了。可见，混合策略包括原来的纯策略，或者说混合策略的概念是原来纯策略概念的推广。

同样，说乙的混合策略是（$q$，1-$q$），就是说乙用$q$的概率出红牌，用1-$q$的概率出黑牌。概率是一个小数，是一个百分数，表示出红牌的机会和出黑牌的机会。我们说，扔一枚硬币，面额向上的概率是50%，就是说面额向上的机会是50%。这样的概率，不是很好理解吗？我前面说介绍混合策略的概念要用到“现学现明”的概率概念，不是糊弄你吧？

如果一个局中人只有两个纯策略可以选择，那么他的混合策略可以用（$p$，1-$p$）或者（$q$，1-$q$）表示，这是因为他不是选择这个纯策略，就是选择那个纯策略，选择两种纯策略的机会加起来是100%，即选择

两种纯策略的概率加起来是1。这样，如果选这种纯策略的概率是$p$，选那种纯策略的概率就是$1-p$。可见在局中人只有两个纯策略可以选择的情况下，用一个字母$p$的组合（$p$，$1-p$）就可以把他的所有可能的混合策略选择都表示出来。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 红 $q$ | 黑 $1-q$ |
| 甲 | 红 $p$ | −1，1 | 1，−1 |
| | 黑 $1-p$ | 1，−1 | −1，1 |

扑克牌对色游戏混合策略的概率表示

如果一个局中人有3个纯策略可以选择，一个字母就不够用了。但是因为选择3种策略的机会加起来是100%，即选择3种纯策略的概率加起来是1，我们用两个字母$q$和$r$的组合（$q$，$r$，$1-q-r$）就可以把他的所有可能的混合策略选择都表示出来。

推而广之，如果一个局中人有5个纯策略可以选择，那么需要4个字母才能表示出他的所有可能的混合策略选择；如果一个局中人有100个纯策略可以选择，则需要99个字母，等等。

现在，我们具体叙述纳什定理。

**纳什定理**：如果允许混合策略，那么每个有限同时博弈都有纳什均衡。

纳什定理的证明相当困难，远远超出本书的范围。我们在向读者介绍纳什定理的结论以后，将以扑克牌对色游戏为例，着重讲述计算纳什均衡的反应函数法。

# 寻找纳什均衡的反应函数法

我们知道，扑克牌对色游戏的矩阵表示如下，其中把参与人A的混合策略表示为以$p$的概率出红牌和以1-$p$的概率出黑牌，把参与人B的混合策略表示为以$q$的概率出红牌和以1-$q$的概率出黑牌。

| B \ A | 红 $q$ | 黑 $1-q$ |
|---|---|---|
| 红 $p$ | −1, 1 | 1, −1 |
| 黑 $1-p$ | 1, −1 | −1, 1 |

扑克牌对色游戏

虽然（$p$，1-$p$）和（$q$，1-$q$）是多少现在还不知道，但是不知道没关系，可以就用字母$p$和$q$来表示。这是我们在初中代数里面已经熟悉的做法。首先我们计算，在参与人A和B的混合策略分别是（$p$，1-$p$）和（$q$，1-$q$）的时候，参与人A和B的期望支付或期望收益是多少。

A出红B也出红，A将得-1，但是A出红的概率是$p$，B出红的概率是$q$，所以A出红B也出红的概率是$p$乘$q$等于$pq$。A出红B出黑，A将得1，但是A出红的概率是$p$，B出黑的概率是1-$q$，所以A出红B出黑的概率是$p$乘1-$q$等于$p$（1-$q$）。A出黑B出红，A将得1，但是A出黑的概率是1-$p$，B出红的概率是$q$，所以A出黑B出红的概率是1-$p$乘$q$等于（1-$p$)$q$。A出黑B也出黑，A将得-1，但是A出黑的概率是1-$p$，B出黑的概率是1-$q$，所以A出黑B也出黑的概率是1-$p$乘1-$q$等于（1-$p$）（1-$q$）。

这样，记参与人A的期望支付为$U_A$，我们就知道：

$$U_A(p，q)=(-1)pq+1p(1-q)+1(1-p)q+(-1)(1-p)(1-q)$$

$$=-pq+p-pq+q-pq-1+p+q-pq$$

$$=-4pq+2p+2q-1$$

$$=2p(1-2q)+(2q-1)$$

我们之所以把参与人A的期望支付整理成不含$p$的项和含$p$的项这个样子，是因为A只能选择$p$而不能选择$q$。所以，A能够通过选择$p$来影响第一项，而不能直接影响第二项。由期望支付我们知道，当（1-2$q$）＞0即$q$ ＜ 1/2的时候，A把$p$选得越大越好，但$p$是概率，最大不能超过1，那么这时候参与人A就应该选择$p$等于1；当（1-2$q$）＜ 0即$q$ ＞ 1/2的时候，A把$p$选得越小越好，同样因为$p$是概率，最小不能小于0，这时候参与人A就应该选择$p$等于0；当（1-2$q$）＝ 0即$q$ ＝1/2的时候，A把$p$选成多少，他的期望支付都是0＋（2$q$-1） ＝0，对结果没有影响，所以这时候参与人A可以在区间[0，1]之内随便选一个$p$。

因为参与人B的混合策略已经设定为（$q$，1-$q$），所以参与人A对于参与人B的策略选择的（最佳）反应函数是：

$$p=\begin{cases}0 & \text{如果 } q>1/2\\ [0,\ 1] & \text{如果 } q=1/2\\ 1 & \text{如果 } q<1/2\end{cases}$$

其中“$p$＝[0，1] 如果$q$＝1/2”是说，如果$q$＝1/2，$p$可以在0和1之间任意选择。

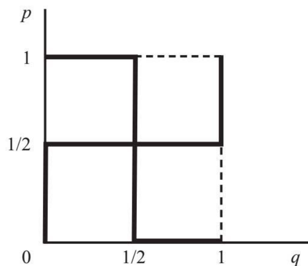
同样，我们可以把B的期望支付整理成：

$$U_B\ (p,\ q)=1pq+(-1)p\ (1-q)+(-1)\ (1-p)q+1(1-p)\ (1-q)$$
$$=pq-p+pq-q+pq+1-p-q+pq$$
$$=4pq-2p-2q+1$$
$$=2q(2p-1)-(2p-1)$$

得到参与人B对于参与人A的策略选择的（最佳）反应函数：

$$q=\begin{cases}1 & \text{如果 } p>1/2\\ [0,\ 1] & \text{如果 } p=1/2\\ 0 & \text{如果 } p<1/2\end{cases}$$

现在，我们在以$p$为纵轴、以$q$为横轴的直角坐标里，把A和B的最佳反应函数都画出来，两个反应函数重合的地方，就是这个博弈的纳什均衡。现在两个反应函数只有一个交点，说明这个博弈只有一个纳什均衡，这个纳什均衡是混合策略的纳什均衡。



反应函数曲线相交方法

至此，我们“算”出了扑克牌对色游戏博弈的纳什均衡，它是 $p^*=1/2$和$q^*=1/2$，或者写成（$p^*$，$q^*$）=（1/2，1/2）。在经济学里，习惯把解答结果用星号标记出来。这就是说，纳什均衡是：参与人A出红牌还是出黑牌的概率是一半对一半，参与人B出红牌还是出黑牌的概率也是一半对一半。

这种确定纳什均衡的方法，叫作反应函数法（method of reaction functions）。

有了结果以后，要想一想它大体上是否符合实际。事实上，从小学算术开始，老师总是要求学生在解答应用题的时候“验算”计算结果，不要算出自行车比火车还重，也交卷了事。现在算出纳什均衡是参与人A出红牌和出黑牌的概率是一半对一半，参与人B出红牌和出黑牌的概率也是一半对一半，看来是符合我们的直觉的。

首先我们说明，只要A出红牌和出黑牌的概率不一样，或者B出红牌和出黑牌的概率不一样，就一定不是纳什均衡。你想，如果A出红牌的概率比出黑牌的概率大，B可以把自己的策略选择改为只出红牌，这会使B处于上风，得到额外的好处；同样，如果A出红牌的概率比出黑牌的概率小，B可以把自己的策略选择改为只出黑牌，这会使B处于上风，得到实际的好处。可见，只要A出红牌和出黑牌的概率不一样，B都可以独自改变策略得到额外的好处，所以只要A出红牌和出黑牌的概率不一样，就一定不是纳什均衡。同样道理，只要B出红牌和出黑牌的概率不一样，也不是纳什均衡。

这样，唯一还可能做纳什均衡的“候选人”的，就只剩下（$p^*$，$q^*$）=（1/2，1/2）了。在这个点上，A的期望支付是：

$$U_A(p^*, q^*)=2p^*(1-2q^*)+(2q^*-1)=0$$

如果A想单独改变策略，他只能改变$p$，但是变来变去，他的期望支付是：

$$U_A(p, q^*) = 2p(1\text{-}2q^*) + (2q^*\text{-}1) = 2p \times 0 + 0 = 0 + 0 = 0$$

A这样变不出什么好处来；同样，在均衡点上，B的期望支付是：

$$U_B(p^*, q^*) = 2q^*(2p^*\text{-}1)\text{-}(2p^*\text{-}1) = 0$$

如果B想单独改变策略，他只能改变$q$，但是变来变去，他的期望支付是：

$$U_B(p^*, q) = 2q(2p^*\text{-}1)\text{-}(2p^*\text{-}1) = 2q \times 0\text{-}0 = 0\text{-}0 = 0$$

B这样也变不出什么好处来。因此，在（$p^*$，$q^*$）=（1/2，1/2）这个位置上，双方都没有单独改变策略的激励，可见，（$p^*$，$q^*$）=（1/2，1/2）的确是纳什均衡。

# 再说混合策略纳什均衡

值得强调的是，纳什均衡的关键之处，是博弈各方在当前的策略对局之下没有单独改变策略选择的激励。在理性行为假设之下，激励的来源是实际利益。所以，做一件事要有激励，就必须能够因为做这件事而得到好处；要有激励改变策略，就必须能够因为改变策略而得到好处。弄清楚这个关系，我们就知道，按照“单独改变策略不会得到额外的好处”来理解纳什均衡，可能更好。因为在老百姓的语言中，“没有好处”常常被理解为有坏处，但是在定义纳什均衡的时候，所谓“单独改变策略没有好处”也包括单独改变策略选择的时候得益情况没有改变的情形。如果得益不会改变，当事人何苦改变策略选择瞎折腾呢？所以，他没有改变策略的激励。

不仅如此，正如我们在验算扑克牌对色游戏的纳什均衡（$p^*$，$q^*$）=（1/2，1/2）的时候知道的，如果谁单独改变策略，使得出红牌和出黑牌的概率不再是一半对一半，对方就可以改变策略来讨便宜。所以，单独改变虽然不一定真的马上使自己的处境变糟，但是至少造成了让对方有机可乘的局面。

至于具体的扑克牌对色游戏，非常值得注意的是，固然纳什均衡策略要求你“出红牌和出黑牌的概率是一半对一半”，但是你不能让对方摸到你怎样实现“一半对一半”这个要求的规律。你想想，如果你傻乎乎地总是一红一黑一红一黑这样有规律地出牌，对方马上就会掌握你的规律，也就没有博弈可言了：你肯定一败涂地，每局都输。所以，要“随机”地一半对一半那样出牌才行，不要让对手发现你具体的出牌规律。

怎样做到既“随机”又“一半对一半”地出牌呢？一种简便的办法是：每次出牌以前，先背过脸去扔一个硬币，不要让对方看到。如果硬币扔下来得正面，出红；如果得背面，出黑。像这样把具体每次出什么牌的决策权交给老天爷，对方就摸不着你出牌的规律了。虽然具体哪一次出什么牌，你在扔硬币之前并不知道，但是一直这么玩下去，老天爷又会非常忠实地为你维护“出红牌和出黑牌的概率是一半对一半”的根本性原则。“随机”又“一半对一半”地出牌，“随机”是就每次出牌说的，“一半对一半”则是对多次重复出牌的统计要求。

现在我们计算情侣博弈的纳什均衡。

读者可能会问，情侣博弈的纳什均衡不是早就知道了吗：要么一起看球，要么一起看芭蕾。为什么现在又要计算呢？

实际上，以前我们用劣势策略消去法或者相对优势策略下画线法来求博弈的纳什均衡，只能求出纯策略的纳什均衡。混合策略的纳什均衡，用劣势策略消去法和相对优势策略下画线法是求不出来的，而要用刚刚讲的反应函数法，或者说得更详细一些，要用最佳反应函数曲线交叉的方法来做。

我们知道情侣博弈有好几个版本，现在我们采用选修第二外语的那个版本。陈明和钟信面临的抉择，可以表示为下面的博弈：

| | | 钟信：德语 $q$ | 钟信：法语 $1-q$ |
|---|---|---|---|
| 陈明 | 德语 $p$ | 3, 2 | 1, 1 |
| | 法语 $1-p$ | 0, 0 | 2, 3 |

陈明和钟信选修第二外语博弈

这个博弈的纯策略纳什均衡我们已经知道，就是左上方一起选德语的策略组合和右下方一起选法语的策略组合。为了计算混合策略纳什均衡，我们假设陈明选德语的概率是$p$，选法语的概率是$1\text{-}p$；钟信选德语的概率是$q$，选法语的概率是$1\text{-}q$。和上面一样，我们可以把陈明的期望支付整理出来：

$$U_C(p，q)=3pq+1p(1-q)+0(1-p)q+2(1-p)(1-q)$$

$$=3pq+p-pq+2-2p-2q+2pq$$

$$=4pq-p-2q+2$$

$$=p(4q-1)-2(q-1)$$

据此，陈明的最佳反应函数是：

$$p=\begin{cases}1 & \text{如果 } q>1/4\\ [0,\ 1] & \text{如果 } q=1/4\\ 0 & \text{如果 } q<1/4\end{cases}$$

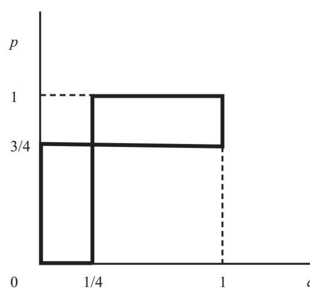
同样，把钟信的期望支付整理出来：

$$U_Z(p, q) = 2pq + 1p(1-q) + 0(1-p)q + 3(1-p)(1-q)$$
$$= 2pq + p - pq + 3 - 3p - 3q + 3pq$$
$$= 4pq - 2p - 3q + 3$$
$$= q(4p-3) + 3 - 2p$$

据此，钟信的最佳反应函数是：

$$q = \begin{cases} 1 & \text{如果 } p > 3/4 \\ [0, 1] & \text{如果 } p = 3/4 \\ 0 & \text{如果 } p < 3/4 \end{cases}$$

现在，把两人的最佳反应函数如下图那样画在一起，得到3个交点：（$p^*$，$q^*$）＝（0，0），（$p^*$，$q^*$）＝（3/4，1/4）和（$p^*$，$q^*$）＝（1，1）。



反应函数曲线相交方法

其中，（$p^*$，$q^*$）＝（0，0）和（$p^*$，$q^*$）＝（1，1）这两个纳什均衡，是原来我们用相对优势策略下画线法已经做出来的，就是两人一起选德语的纳什均衡和两人一起选法语的纳什均衡。可见，反应函数曲线交叉法也可以把纯策略纳什均衡找出来，只不过要计算期望支付或期望得益，还要计算反应函数，工作量大一些。但是，这个博弈的另外一个纳什均衡，即混合策略纳什均衡（$p^*$，$q^*$）＝（3/4，1/4），用劣势策略消去法和相对优势策略下画线法就做不出来，现在可以用反应函数曲线相交的方法做出来。这就是反应函数法的价值。

算出（$p^*$，$q^*$）＝（3/4，1/4）这个纳什均衡，看看它有什么含义。这个纳什均衡是说，既然陈明偏向德语，他最好以3/4即75%　的概

率选德语，既然钟信偏向法语，他最好以1/4即25%的概率选德语。

这是什么意思呢？如果陈明以3/4的概率选德语，钟信以1/4的概率选德语，那么陈明的期望支付是：

$$U_C(p^*, q^*) = p^*(4q^*-1)-2(q^*-1) = 0-2\times(-3/4) = 3/2$$

而钟信的期望支付是：

$$U_Z(p^*, q^*) = q^*(4p^*-3)+3-2p^* = 0+3-3/2 = 3/2$$

这两个值都没有（$p^*$，$q^*$）＝（0，0），即大家一起选德语，$U_C$（$p^*$，$q^*$）＝3和$U_Z$（$p^*$，$q^*$）＝2，以及（$p^*$，$q^*$）＝（1，1），即大家一起选法语，$U_C$（$p^*$，$q^*$）＝2和$U_Z$（$p^*$，$q^*$）＝3来得好。可见，纯策略纳什均衡比混合策略纳什均衡具有支付优势、得益优势，即帕累托优势。局中人的境况，处于纯策略纳什均衡的时候比处于混合策略纳什均衡的时候要好。

由此可以体会，在这种纯策略纳什均衡和混合策略纳什均衡都存在的情况下，博弈论往往把“优先权”给予纯策略纳什均衡。所以，在陈明和钟信这两位好朋友决定选德语还是选法语的博弈中，结局不是一起选德语，就是一起选法语，这两个纳什均衡都具有绝对的支付优势、帕累托优势。绝对优势指的是两人的情况都变好，而不仅是两人的情况加起来变好。现在，在纯策略纳什均衡下双方无论是得3还是得2，都比在混合策略纳什均衡下每人都只得3/2要好，所以是绝对的帕累托优势。

陈明和钟信选修第二外语的博弈只进行一次，所以既然有纯策略纳什均衡，实际结局就不会是混合策略纳什均衡，更何况纯策略纳什均衡还有绝对的帕累托优势。但是，情侣博弈还有别的版本，如果真是恋人周末节目选择的博弈，那么这种博弈在许多周末都要进行，这样，情侣博弈就变成重复多次的博弈。这个时候，混合策略纳什均衡中的概率，就有多次博弈采取什么纯策略的概率讨论的意义。

有兴趣的读者可以把前面几章讲过的各种博弈拿来试试，看看能否掌握计算混合策略纳什均衡的反应函数曲线相交方法。算完以后验算的时候，我告诉你一个窍门：如果这个博弈原来就有纯策略的纳什均衡，

那么只要你算得正确，你算出来的结果就一定包含原来那些纯策略纳什均衡。

# 扑克牌讹诈游戏

外交谈判是博弈论研究的重要课题。第二次世界大战前夕，英、法与德、意签订《慕尼黑协定》，将捷克斯洛伐克出卖给纳粹德国，纵容了侵略，助长了法西斯的气焰，进而导致了第二次世界大战的爆发。在慕尼黑谈判中，纳粹头子希特勒出尔反尔，得寸进尺，一再进行讹诈，而商人出身的英国首相张伯伦却一味退让，始终不想摊牌。从博弈论的角度来看，张伯伦输掉了人类历史上最要紧的一次外交博弈，其后果是几千万人在随后爆发的第二次世界大战中失去了宝贵的生命。

现在，我们通过一个扑克牌讹诈游戏来模拟和分析慕尼黑谈判的策略博弈，这个游戏取自S. 瓦伊达（S. Vajda）的《博弈论与线性规划》（*Theory of Games and Linear Programming*，Wiley，1956年）一书。

设有甲、乙两个人用扑克牌玩讹诈游戏，玩法如下：

每次，甲抽一张牌，看过后盖好。这时，甲可以博，也可以认输。如果甲认输，甲就输给乙$a$根火柴。如果甲博，乙可以认输，也可以要求摊牌。如果乙认输，则不管甲抽到的是黑牌还是红牌，乙都输给甲$a$根火柴。如果乙要求摊牌，则当甲抽得黑牌时乙输给甲$b$根火柴，当甲抽得红牌时甲输给乙$b$根火柴。我们还规定$b>a$。这里，$a$是起点，$b$是加码，所以$b>a$是很合理的要求。

甲抽到黑牌，毫无疑问是要博的，因为这样他至少可以赢得$a$根火柴。问题是他抽到红牌怎么办，还博不博。因此，甲有两种纯策略：抽到红牌就认输的“不讹诈策略”和抽到红牌也要博的“讹诈策略”。

乙只在甲博时才有影响一局博弈的机会，所以乙也有两种纯策略：只要甲博就要求摊牌的“摊牌策略”和只要甲博就认输的“不摊牌策略”。

这样，我们就可以把这个扑克牌讹诈游戏的支付矩阵写下来：

| 甲 \ 乙 | 摊牌策略 | 不摊牌策略 |
| --- | --- | --- |
| 讹诈策略 | 0, 0 | $a$, $-a$ |
| 不讹诈策略 | $(b-a)/2$, $-(b-a)/2$ | 0, 0 |

扑克牌讹诈游戏的支付矩阵

对于这个支付矩阵的具体计算，需要说明如下：

首先，因为甲赢的就是乙输的，甲输的就是乙赢的，所以这是一个零和博弈。

现在，设甲取讹诈策略，乙取摊牌策略，就是博弈表格的左上方格子。若甲抽得红牌，则甲赢得-$b$；若甲抽得黑牌，则甲赢得$b$。因为甲抽到黑牌和抽到红牌的概率是一样的，都是1/2，所以甲赢得$b$和甲赢得-$b$的概率都是1/2。由此可见，平均来说每局甲的得益是$b/2+(-b)/2=0$。因为是零和博弈，可以判断每局乙的平均得益也是0。矩阵左上角的支付（0，0）就是这样得到的。

设甲取讹诈策略，乙取不摊牌策略，即博弈表格的右上方格子。这时候，每局甲不管抽得什么牌都博，而乙老是认输，所以每局总是甲赢得$a$，乙赢得-$a$。

设甲取不讹诈策略，乙取摊牌策略，即博弈表格的左下方格子。因为甲以1/2的概率抽到黑牌，这时他博，而乙要求摊牌，结果甲赢得$b$；甲以1/2的概率抽到红牌，这时他认输，结果赢得-$a$。所以平均来说每局甲的赢得是$[b+(-a)]/2=(b-a)/2$。因为是零和博弈，我们也知道平均来说每局乙的赢得是-$(b-a)/2$。

设甲取不讹诈策略，乙取不摊牌策略，即博弈矩阵的右下方格子。因为甲以1/2的概率抽到黑牌，这时他博，乙认输，结果甲赢得$a$；甲以1/2的概率抽得红牌，这时他认输，结果赢得-$a$。因此甲在支付矩阵的右下方格子所得是$[a+(-a)]/2=0$。这样，我们知道乙在支付矩阵的右下方格子所得是$-0=0$。

按照博弈论普及讲座的经验，如果我们把讹诈策略写成“红牌也博”策略，把不讹诈策略写成“红牌不博”策略，对于读者理解支付值的上述计算颇有好处。

| | | 乙：摊牌策略 $q$ | 乙：不摊牌策略 $1-q$ |
|---|---|---|---|
| 甲 | 讹诈策略 $p$ | $0$，$0$ | $a$，$-a$ |
| 甲 | 不讹诈策略 $1-p$ | $(b-a)/2$，$-(b-a)/2$ | $0$，$0$ |

计算扑克牌讹诈游戏的纳什均衡

现在我们采用反应函数法，计算扑克牌讹诈游戏的纳什均衡。道理和方法同上面做过的完全一样，可以算出甲的期望支付是：

$$U_A(p, q) = p(1-q)a + (1-p)q\,(b-a)/2$$
$$= p[a - q(b+a)/2] + q(b-a)/2$$

乙的期望支付是：

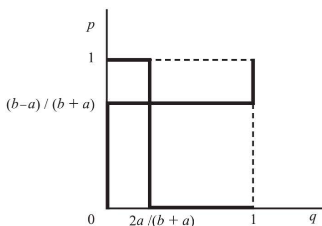
$$U_B(p, q) = q[\,p(a+b)/2 - (b-a)/2] - pa$$

所以，他们的反应函数分别为：

$$p = \begin{cases} 0 & \text{如果 } q > 2a/(b+a) \\ [0,\ 1] & \text{如果 } q = 2a/(b+a) \\ 1 & \text{如果 } q < 2a/(b+a) \end{cases}$$

$$q = \begin{cases} 1 & \text{如果 } p > (b-a)/(b+a) \\ [0,\ 1] & \text{如果 } p = (b-a)/(b+a) \\ 0 & \text{如果 } p < (b-a)/(b+a) \end{cases}$$

这样，把他们的反应函数曲线画在一起，可以看到只有一个交点。




反应函数曲线相交法

据此，我们得到这个博弈唯一的纳什均衡：

$$(p^*, q^*) = ((b-a)/(b+a),\ 2a/(b+a))$$

因为

$$1-(b-a)/(b+a)=2a/(b+a)$$

我们知道在这个均衡下，甲的策略选择是：

$$p=(p_1, p_2)=((b-a)/(b+a), 2a/(b+a))$$

乙的策略选择是：

$$q=(q_1, q_2)=(2a/(b+a), (b-a)/(b+a))$$

# 慕尼黑谈判模拟

从扑克牌讹诈游戏这个例子，我们可以得到什么教益呢？

我们开始规定了$b>a>0$。注意$b$比$a$大，才值得一博。现在，我们把上一节算出来的甲的均衡混合策略，分子、分母同时除以$a$，改写为：

$$p=(p_1\text{，}p_2)=([(b/a)\text{-}1)]/[(b/a)+1]\text{，}2/[(b/a)+1])$$

这样就可以看出，$p$的值取决于$b$与$a$的比值$b/a$。当$b/a$接近1即$b$接近$a$时，甲采用讹诈策略的概率$p_1$应该接近0。所以，若$b$与$a$相差无几，甲是不值得冒险采取讹诈策略的。相反，$b/a$越大即博杀的分量$b$比下注的分量$a$大得越多时，就越值得采取讹诈策略。这从下面的表中可以很清楚地看出来：

| $b/a$ | $p_1$ | $p_2$ |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 100% |
| 2 | 33.3% | 66.7% |
| 9 | 80% | 20% |
| 19 | 90% | 10% |
| 99 | 98% | 2% |

同样，改写以后的乙的均衡混合策略为：

$$q=(q_1\text{，}q_2)=(2/[(b/a)+1],\ [(b/a)\text{-}1)]/[(b/a)+1]\ )$$

可以看出，乙的最优混合策略的情况正好相反：$b$和$a$越接近，就越应当多采取摊牌策略；$b$比$a$大得越多，就越应当多采取不摊牌策略。

虽然慕尼黑谈判的实际情况很难完全用这样简单的一个扑克牌讹诈游戏的博弈模型来模拟，但它仍能给我们深刻的启示。

首先，这是一个甲方总不吃亏的模型。慕尼黑谈判时的形势是怎样

的呢？当时，英法要安抚纳粹德国，这就注定德国是不会吃亏的。但从另一方面说，纳粹德国刚刚从第一次世界大战后严厉的军备限制中挣扎出来不久，虽然希特勒野心极大，但当时纳粹德国的实际力量还不足以与英法抗衡。如果说谈判破裂会给英法带来损失，那么这个损失（$b$）也不会比英法原已准备做出的让步（$a$）大多少。所以，按照上述扑克牌讹诈博弈的纳什均衡所揭示的，作为乙方的英法方面，应该多考虑采用摊牌策略。但是，张伯伦一味退让，不敢考虑摊牌，结果被希特勒窥破英法以绥靖求和的心态，在谈判中一再加码，要价越来越高，最终导致捷克斯洛伐克的沦陷和第二次世界大战的爆发。

从博弈论的角度来看，如果张伯伦懂得一点儿必要时考虑摊牌的意义，20世纪的世界历史可能就不是现在这个样子了。

# 聚点均衡

我们已经知道，许多博弈都有不止一个纳什均衡，有些博弈甚至有无穷多个纳什均衡。简单说来，纳什均衡说的是博弈各方的策略稳定的对局。既然这样，当博弈有不止一个纳什均衡的时候，自然就会产生从这些均衡中筛选出看来更加稳定和最稳定的纳什均衡的问题。博弈的最终结果，应该是那些更加稳定和最稳定的纳什均衡。

在博弈有多个纳什均衡的情况下，哪个纳什均衡最有可能成为最终的博弈结果，往往取决于某种能使博弈参与人产生一致性预测的机制或判断标准。在现实生活中，人们往往可以通过一些约定俗成的观念或者某种具有一定合理性的机制，引导博弈的结果朝着比较有利于参与人的方向发展。

我们在前面已经谈过帕累托效率标准和风险优势标准，以及这两个标准之间的关系。这些都是筛选纳什均衡的具体方法。这一节谈谈谢林教授提出的一种筛选纳什均衡的方法，就是看哪些纳什均衡是所谓的“聚点均衡”，聚点均衡比一般的纳什均衡来得稳定。

谢林曾指出，在现实生活中，参与人可能会使用某些被博弈模型抽象掉的信息来达到一个均衡，这些信息往往跟社会文化习惯、参与人过去博弈的历史和经历有关。这就是他提出的聚点均衡（focal point equilibrium）概念的基本思想。事实上，对于一些既不存在帕累托优劣关系，也不存在风险优劣关系的博弈，人们往往都是利用聚点均衡的思想来指导自己的决策行为。

例如，在情侣博弈中，存在（足球，足球）和（芭蕾，芭蕾）两个纯策略纳什均衡以及一个混合策略均衡。我们前面已经说过，博弈论往往把“优先权”给予纯策略纳什均衡，所以在考虑可能的均衡结果时，我们首先把混合策略均衡排除掉。在剩下的两个纯策略均衡中，最终哪一个会出现，我们是无法仅仅通过理性假设本身推断出来的，往往需要借助一些双方都认可的默契、约定或其他机制。如果那天是女方的生日，（芭蕾，芭蕾）就可能是他们情侣博弈的聚点均衡；如果男的刚刚因为学习或者工作得奖，（足球，足球）就可能是这种情况下他们情侣博弈

的聚点均衡。

现在考虑这样的游戏：在志愿者当中随机抽取两个人，抽取后才通知他们参加一个名为“心有灵犀一点通”的有奖游戏。他们要在没有沟通的情况下同时各自写下一个数字密封投标，如果两人所写的数字一样，他们都将获得相当丰厚的奖励；但是如果两人所写的数字不一样，他们将无功而返。

很明显，这个博弈有无穷多个纳什均衡：两人都写1是这个博弈的纳什均衡；两人都写2，都写3，都写4，等等，也都是这个博弈的纳什均衡；两人都写0，都写–273，等等，也都是纳什均衡；还有两人都写7.23，都写96.77，等等，仍然是纳什均衡。问题是，尽管纳什均衡这么多，两人策略选择的对局恰巧是纳什均衡的机会却很小。说得入理一些的话，读者应该认识到，正是因为博弈的纳什均衡太多，两人策略选择的对局“恰巧”成为纳什均衡的机会很小。既然纳什均衡非常多，那么可供每个参与人选择的作为均衡策略的策略就非常多，以致参与人不知道选择其中哪个策略是好。事实上，在这个游戏中，可供参与人选择的每个策略都有可能成为他的纳什均衡策略，条件是对方也正好选择这个策略！可是，要求对方在无穷多可供选择的策略里面恰恰选择你选择了的那个策略，概率之小真是超乎你的想象。

这是理论的分析。

可是游戏的实际情况会怎样呢？虽然预先并不知道要玩这样的游戏，虽然进入游戏以来两人一直没有沟通的机会，甚至原来根本就不认识，但是两位参与人一定会不约而同地把候选策略集中在像1和10这样的少数几个数字上，而一般不会考虑2、3、0这些数字，除非他自己对于这些数字当中的某一个有特殊的兴趣，并且确信对方也正好对这个数字有同样的兴趣，更加不会考虑选择像–273、7.23、96.77这样的不常见数字。1和10容易成为“聚点”，是因为1代表万物之始，10迎合了中国人的圆满习惯：十全大补啦，十大功臣啦，十大罪状啦，等等。可是，北京人讲究六六大顺，说不定会聚点到6，香港人讲究与“发”字的韵母谐音，多半会聚点到8。这些因素属于地域文化。时尚因素也会发生作用，比如一群中学生刚刚看完电影《女篮5号》或者《女足9号》，他们当中有两个人被抽中参加这个游戏，那么5和9就很有“凝聚力”。

在面临许许多多可能的均衡时，聚点均衡的概念可以帮助我们从似

乎束手无策的局面中解脱出来。

# 聚点均衡作为共识均衡

我们还可以设想大海和丽娟电话打到一半，线路不知道为什么突然中断了，这时候他们该怎么办？假如大海马上主动再给丽娟打电话，那么丽娟应该留在电话旁等待，而不要主动打给大海，好把电话的线路空出来。但是，假如丽娟等待大海给她打电话以便继续谈下去，而大海也在等待丽娟打过来，他们的谈话就“永远”没有机会继续下去了。事实上，在这个如何恢复通话的博弈中，两个明显的纯策略纳什均衡，是（主动，等待）和（等待，主动）。问题在于，他们应该“收敛”到哪一个纯策略纳什均衡。

如果他们已经预先商量过通话当中线路突然中断该如何恢复通话，那么当然容易采取“相容”的达致某个纳什均衡的策略，因为他们对于哪一个纳什均衡是聚点均衡已经形成共识。可以说，聚点均衡就是共识均衡。

如果他们从来没有商量过通话当中线路突然中断该如何恢复通话，那就要看双方的临机决策是否相容了。一个解决方案是，原来打电话过去的一方再次负责打电话，而原来接电话的一方则继续等待电话铃响。这么做还有一个好处，就是原来打电话的一方对于另一方的电话号码记忆新鲜，反过来却未必是这样。这里谈的当然是没有“来电显示”的情况。另一种方案是，假如一方可以“免费”打电话，而另一方不可以，比如大海是在办公室使用按月付费的办公电话，而丽娟在家里开通的是计次或者计时收费的电话，那么他们很容易不经商量就形成共识：使用“免费”或者“包月”电话的一方，负责再次打电话过去。

以上讨论不知不觉又有两个隐含的假设，那就是通话双方对这次通话的价值评估一样，而且他们属于同一个“经济共同体”，只关心总的通话费用便宜，而不计较究竟由谁负担。经济讨论中常常出现这样的情况，就是不知道自己已经引入了或者陷入了一些隐含的条件，而这些隐含前提或者条件却十分重要，会给结果带来实质性的影响。

我们现在分析通话双方对于这次通话的价值评估不一样的情况。比如大海很想跟丽娟讲话，丽娟却不那么在意，或者表现得不那么在意，

那么他们自然会选择大海重新打过去的那个纳什均衡。至于张三打电话求李四办什么事情，就更是这样的情形了，才不管究竟谁是包月电话谁是计时电话。

就像上一节讲的“心有灵犀一点通”的游戏，在利益完全一致的情况下，博弈双方能否实现对双方都最有利的纳什均衡，要看他们的默契程度怎样。许多兴之所至的联欢，有让夫妻双方猜哑语的节目，道理与上一节说的对数字的游戏基本一样，只不过对数字的游戏对于参与人选择什么数字没有任何限制。但是在夫妻破译哑语的游戏中，作为答案的单词是游戏主持人给出的，要求看过这个单词的一方用肢体语言表达这个单词，看看另外一方能否正确破译。当然，正确破译的前提，是大致恰当的肢体语言描述。

对于这一类游戏，“心有灵犀一点通”是达致聚点均衡的最高境界。

# 聚点均衡的制度设置

从上面两节的例子可以看出，聚点均衡的概念反映了人们在多重纳什均衡中做出选择的某些规律性，但因为它所涉及的方面众多，往往受博弈双方文化背景中的习惯或规范的影响，很难总结出能够形成条条框框的具有普遍性的规律，而只能具体问题具体分析。比如说猜数字的游戏，谁能说一定就聚点到10而不是6呢？

为了进一步探讨这个问题，现在我们设想北京两所学校的两个互不认识的同学，被主办方配对参加一种游戏，要求他们佩戴同样的袖标，从相距20公里的两所学校出发，到天安门广场相认。在相认以前，他们都不知道参加这个游戏的“另一半”是谁。从出发到成功相认，所花的时间越短，奖励越高。

天安门广场很大，但是环境比较单纯。我们可以设想这个游戏的两位参与人，都尽快赶往天安门广场，不约而同地在国旗与金水桥之间那块不大的地方搜寻自己的“另一半”。他们的利益高度一致，在国旗与金水桥之间那块不大的地方搜寻同样的袖标，困难不是很大。

如果把这个游戏搬到上海，情况可能就没有那么简单了。做法和规则都与北京的游戏一样，两个互不认识的同学，佩戴同样的袖标，从相距15公里的两所上海学校出发，到上海人民广场相认。那么，他们能否“心有灵犀”地赶到同一个位置相认呢？

上海人民广场远没有北京天安门广场那么大，但是前者的构成要复杂得多。复杂本身并没有什么不好，更何况复杂是因为丰富而复杂。但是对于“定点相认”这个游戏来说，“定点”的“点”复杂了，“定点相认”的难度也就增加了。两位互不相识的学生，仅凭同样的袖标，在上海人民广场相认，谈何容易！大剧院、博物馆、中心的喷泉广场，作为在人民广场相认的地标，重要程度不相上下。究竟是在大剧院前面，在博物馆前面，还是在中心喷泉广场的花圃旁边依袖标相认，实在说不上哪个地方更加合适，说不上哪个地方能够成为自己和不相识的对方的共同首选。学生比较爱好地面上的标志性建筑。如果是老头老太，说不定觉得地下广场一角的“上海1930风情街”更加合适呢。

鉴于在许多情况下形成聚点均衡的途径的多样性，鉴于“心有灵犀一点通”的境界要求太高，人们发明了一些非常简单的制度设置，帮助这些协调博弈的各方迅速收敛到合适的聚点均衡。对于“定点相认”的问题，在可能成为“定点”的“点”，索性树立“相遇点”（meeting point）或者中国人说的“碰头点”，就是这样的一种制度设置。

有了这种相遇点标志，当两位朋友约好某个时刻到达一个双方都没有去过的地方会合时，迅速会合的搜索成本就会大大减少。比如两个朋友约好2006年6月9日德国世界杯足球比赛开幕式以前在柏林六一七大街的柏林世界杯球迷乐园会合，他们都没有去过那个地方。但是不要紧，市政当局在已经成为乐园中轴的六一七大街的中心，树立了一个很大的MEETING POINT。对于六一七大街的柏林世界杯球迷乐园的环境并不熟悉的球迷，只要认准了这个相遇点，就比较容易在那里相遇。

写到这里，不由得感叹谢林教授等博弈论大师对于社会进步做出的贡献。既不是国内生产总值（GDP），又没有大事宣扬，而且完全不计较发明权，博弈论的思想就这样改善着人们的生活，哪怕很不起眼。

现在在一些游客集中的地方，我们可以同时看到好几块标记“相遇点”的牌子，相距都是二三十米光景，分别写着MEETING POINT 1，MEETING POINT 2，MEETING POINT 3字样。

如果玩的还是前面那种让两个互不认识的同学“相认”的游戏，遇上这种一连好几个“相遇点”的牌子，可就让人犯难了：几个相遇点，究竟“认”哪个相遇点才是？因为游戏中需要认出来的对手，原来并不相识啊。所以，对于互不认识的同学“相认”这种游戏，最好还是只有一个相遇点。

不过我们要知道，现在之所以在游客集中的地方设置多个相遇点，不是出于互不认识的同学“相认”这种游戏的考虑，而是为了给原来已经相识或者至少已经知道的朋友在那个地方相会提供方便。你甚至可以设想他们不仅相互知道，并且都带着手机。这样，一位先到了，告诉对方自己站在第几号相遇点，另外一位就很容易找到他了。

在手机普及的时代，相遇点的作用和设置，也在与时俱进。

# 相关均衡

这一节介绍相关均衡（correlated equilibrium）的概念，它是由奥曼在1974发表在《数理经济学杂志》上的一篇文章中提出来的。相关均衡的基本思想是，参与人通过一个大家都能观测到的共同信号来选择行动和策略，由此确定博弈的最终结局。这种大家都能观测到的共同信号，可以是参与人事前商定的信号。例如，两个人要在什么地方会合进行什么游戏，他们在博弈开始的前一天约定，双方根据第二天到达集中地点的先后顺序选择行动。比如说，“如果甲先到，则甲选择上策略，乙选择左策略；如果乙先到，则甲选择下策略，乙选择右策略”。这样，在第二天“真正进行”这个博弈的时候，因为谁先到达集合地点的事实是明确无误的事实，而且是博弈的参与人具体开始策略选择之前双方达成的共识，所以博弈容易收敛到它的一个纳什均衡。

当然，你也可以把博弈看作更早一点儿开始，比如说某一方觉得按照约定，自己先于对方到达所形成的博弈结果对自己更加有利，他就会努力先于对方到达那个地方。这样，通过到达集合地点的先后次序这一信号，两个人按照预先约定的方式选择各自的策略，他们的选择就相关了。可以说，相关均衡的做法，是这样一种均衡选择：参与人主动设计某种形式的策略选择机制，形成制度，以确定合适的对局结果。

这样的事例实际上非常之多，而上述例子中以到达会合地点的先后次序为双方容易观察的信号，只是众多信号方式的一种。更加容易想象的例子可以是这样：两人商议周末一起去爬山，并且议定当天以天气情况作为信号，如果下雨，就自动取消这项活动。或者两人一直有周末一起爬山的默契，当天天气情况怎样，也已经是长期下来形成默契的信号了，不再需要每次商议。

把上面这个如果下雨就取消活动的例子略加修改，变成如果下雨就一起去看电影或者做双方都感兴趣的其他事情，就会得出一个更加丰富的新例子。

看到这里，可能有些读者要问：这样的例子不是很多吗？即使没有博弈理论，大家也早已这样做了。这与博弈论有什么关系？

首先需要指出的是，博弈论的一些概念的确是人类历史进程中智慧启发的结果，这本身并没有什么不好。一种新概念的提出，一种新概念的明确，只要是能够从学理上加深人类对于事物的理解，就值得称赞，如果能够从学理上把人们原来多少有点儿朦胧的做法提炼为规律，同样值得称赞。

其次，提炼出明确的学术概念以后，会在许多原来不曾涉及的领域发挥作用，造福人类社会。具体到相关均衡的概念，限于本书普及博弈论中一些容易被大众接受的概念、方法和理念的宗旨，我们不拟展开它在其他领域的进一步应用，而宁愿以信息经济学中所罗门王断案模型的例子，给大家打一个比方。

据《旧约全书·列王纪上》第3章，两个女人为争夺一个孩子吵到所罗门王那里。一个女人说："陛下，我和这妇人同住一个房间。我生了一个孩子，三天以后这妇人也生了一个孩子，房间里再没有别的人。夜里这妇人睡觉的时候，把自己的孩子压死了。她半夜醒来，趁我睡着，把我的孩子抱去，把她已经死了的孩子放在我的怀里。天亮要喂奶的时候，我才发现怀里的孩子是死的，仔细察看，并不是我生的孩子。"另一个女人赶紧说："不对，活孩子是我的，死孩子才是她的。"两人吵得不可开交。

所罗门王喝令她们别吵，并吩咐下人拿刀来，下令"如果她们还吵，就把孩子劈成两半，一半给这个妇人，一半给那个妇人"。其中一个女人赶紧说："大王把孩子给那个妇人吧，万不可杀他。"另一个女人说："这孩子既不归我，也不归她，劈了算了。"所罗门王知道心疼孩子的女人才是活孩子的母亲，便吩咐手下把孩子给她。

这是信息经济学发掘的获取和甄别信息的范例。一直到现在，经济学家还在继续讨论和发掘所罗门王断案的故事。例如，以色列一位教授和美国一位教授大约20年前合写的一篇论文，就把竞相投标一项工程的两个企业看作两个"妇人"，其中一个企业实力可靠，另一个企业只是想夺标以后赚取转包的利益。模型把实力可靠的企业看作活孩子的母亲，把只想夺标以后赚取转包利益的企业看作死孩子的母亲，讨论如何设计规则和机制，获取和甄别究竟谁是活孩子的母亲谁是死孩子的母亲的信息。

最后需要说明，相关均衡概念中按照约定信号的行动和策略选择，

必须是在信号出现的情况下对每个博弈参与人有利的行动和策略选择，而不能是在某种预见信号出现的情况下损害参与人利益的行动和策略选择。总之，这种约定在每一个环节都是参与人自身利益之所在。采用信息经济学的语言，这种约定是激励相容的约定，也就是说在出现那种信号的情况下，参与人按照约定去做，才符合自身利益最大化的原则，而不是明明对自己不利也要履行条约或者协定。

# 商品品牌的“地域连坐”效应

这一节，我们借着聚点均衡和相关均衡，说说商品品牌的“地域连坐”效应。大家知道，连坐体现了“相关”的思想，而文化是聚点均衡的重要背景。

2005年初夏，北京市有关部门发函责令全市停止购进和销售产自广东潮安的果脯、蜜饯。这一举措，引发潮安方面的震动。双方口角比较紧张的时候，潮安批评北京方面实行“地方保护主义”和实行“株连政策”的说法特别刺耳。但是，这种批评有很多站不住脚的地方。

先看地方保护主义。报道说，北京方面发函以后，潮州市质监部门迅速组织对被曝光的12家不合格企业进行查处。这是好的。但是在北京方面发函之前，为什么没有“迅速”行动呢？报道说，潮安方面对全市所有生产果脯、蜜饯产品的企业的“专项抽检行动”也于北京方面发函次日展开。可见，潮安的质监部门对于企业的不合格生产早有所闻，但是一直舍不得出手。既然这样，还是先反省自己的地方保护主义吧。

至于株连政策的批评，我倒愿意在这里指出，不管你赞成不赞成，也不管你容忍不容忍，随着消费者自我保护意识的增强，品牌的地域连坐，至少在今后一个非常长的时期内，不但不会消失，反而可能加强。我们对于市场和社会的这样一种发展态势，要有清醒的认识，这样才能自觉把好质量关，努力把事情做好。

听说在这次磋商之中，出现过关于检测标准的争议，有些人还埋怨北京方面的做法违背国务院的规定。但是从长远看，上述争议中的具体情况，并不是问题的关键。既然潮安一些企业的不合格生产是一个不争的事实，消费者迟早会知道潮安的一些产品有问题。潮安方面可以要求北京方面区别对待，因为潮安也有一些优秀品牌，可是在潮安产品良莠不齐的情况下，消费者却没有这份精力来区分。对于他们来说，最方便最稳妥也最节约的办法，可能就是不再购买潮安的产品。这种现象，就是企业品牌的地域连坐效应。

买卖是自愿的行为。这句话非常平凡，却是市场经济的一个基点。

比较学术化的说法，则是“消费者主权”。现代社会充斥着信息不对称的现象，为了抵消信息不对称给自己的优良产品的销售带来的负面影响，生产者会苦心树立品牌形象，让他们的产品从良莠不齐的环境中脱颖而出，获得消费者的厚爱。但是如果一个地方的产品，有很多是伪劣产品，那么你不能埋怨“主权在手”的消费者“不分青红皂白”一股脑儿地不买你这个地方的产品，因为区分商品需要很大的成本。

消费者主权是有道理的，但是消费者主权也是不讲道理的。前面半句话是对品牌的地域连坐的认识，后面半句话说的是：你不能抱怨消费者不买你的东西，他不需要和你讲道理。可见，地域品牌是一种公共产品，政府必须投资和致力于地域品牌的建立、维护和提升。当“潮安制造”或者“潮安出品”成为一个有口皆碑的品牌时，哪里还会有这档子啰唆事？

所以，潮安方面最聪明的应对，是尽快从自己身上找问题，真正把质量看作企业和地方经济的生命，挽回潮安的地域品牌损失。当前，因为消费品良莠不齐，居民感叹不知道吃什么好、不知道买什么好、不知道参加什么旅游项目好，怕的都是货不对版。在这个消费资金寻找“安全出路”的年代，如果你的产品做得好，品牌过硬，市场就不会亏待你。

怎样避免地方产品良莠不齐、消费者难以区分的情况呢？这就要求政府做好市场的守夜人。关于潮安在果脯和蜜饯生产企业中树立良好行规的设想，也必须在政府部门的参与下才能实现，因为如果政府缺位，即使多数企业的生产已经很有保证，也难免个别企业“搭便车”利用好的地方品牌，“夹带”自己不合格的产品，败坏这个地域品牌。

所以，尽管我不敢说北京方面的做法是否完全无懈可击，但却衷心希望各地的食品办和工商管理部门能够像北京那样勇敢地负起责任，在消费市场上为老百姓保一方平安。什么时候大家都能够封杀可能严重损害居民健康的食品，封杀可能严重损害居民利益的伪劣商品，让大家吃得放心、用得舒心、玩得开心，我们的经济和社会才会上升一个层次。

下一节，我们尝试对于品牌的地域连坐进行博弈论的分析和探讨。

# 品牌地域连坐的博弈分析

前面我们说过，现代市场、现代社会充满信息不对称的现象。为了抵消信息不对称给自己的优良产品销售带来的负面影响，生产者会苦心树立品牌形象，让他们的产品从良莠不齐的环境中崭露头角，获得消费者的厚爱。但是，如果一个地方的产品有很多是伪劣产品，那么你不能埋怨“主权在手”的消费者“不分青红皂白”一股脑儿地不买你这个地方的产品，因为区分商品需要很大的成本。所以，商品品牌的地域连坐做法，有一定的合理性。

为简单起见，假设一个地方生产某种商品的企业只有两家，它们的产量都是1万件。它们生产的这种商品的规格和质量，理应一样。不过现在，它们的品牌都还没有树立起来。

假设它们生产的都是规格质量过硬的商品，那么每生产一件商品的成本是8元，商品可以实现的价格是每件12元。如果它们生产的都是规格马虎、质量欠佳的商品，那么每生产一件商品的成本是2元，商品可以实现的价格是每件4元。如果一家生产规格质量过硬的商品，而另外一家生产规格马虎、质量欠佳的商品，那么因为顾客不能区分比较好的商品和比较差的商品，有时候运气好买到好的商品，有时候运气差买到差的商品，所以它们混同起来能够实现的市场价格是每件7元。

这时候，设想每家企业都有生产好的商品的“好”策略和生产差的商品的“差”策略，那么两家企业面对的市场形势如下：

| 甲企业 \ 乙企业 | 好 | 差 |
|---|---|---|
| 好 | 4，4 | –1，5 |
| 差 | 5，–1 | 2，2 |

良莠不齐的质量博弈

其中，如果两家企业都生产好的商品，每家企业的成本是8万元，销售收入是12万元，实现利润4万元；如果两家企业都生产差的商品，每家企业的成本是2万元，销售收入是4万元，实现利润2万元；如果只有一家企业生产好的商品，这家企业的成本是8万元，另外一家企业生

产差的商品，这家企业的成本是2万元，可是由于鱼目混珠，它们的销售收入都是7万元，结果生产差的商品的企业因为能够以次充好实现利润5万元，而老老实实生产好的商品的企业，因为好端端的商品被连累，7万元销售收入减去8万元生产成本，结果亏了1万元。

在这种良莠不齐的市场环境中，生产差的商品居然变成每家企业的严格优势策略，从而两家企业都生产差的商品成为这种博弈格局唯一的纳什均衡。真是可悲！为什么不能双方都生产好的商品，大家都实现4万元的利润呢？这里面的逻辑，就是辛辛苦苦生产好的商品，好处却让别人占了，自己得不偿失，相反，生产差的商品却能赚进来不少。

从理论上说，有一种摆脱这种囚徒困境的办法，那就是把消费者都训练成辨别优劣的行家里手。这样一来，设想差的商品也能够对付着用，可以卖出每件3元的价格，那么两家企业面对的市场形势就变成了下面的情况：

| | | 乙企业 | |
|---|---|---|---|
| | | 好 | 差 |
| 甲企业 | 好 | 4, 4 | 4, 1 |
| | 差 | 1, 4 | 1, 1 |

井水不犯河水的质量博弈

因为假设消费者能够很容易区分好的产品和差的产品，从而每家企业只对自己的行为负责，结果当然很好。这时候其实只有企业决策，没有什么博弈。问题是把消费者训练成辨别商品优劣的行家里手，这个代价太大了。如果一个社会要依靠把消费者训练成辨别商品优劣的行家里手才能够好好运行下去，这将是社会资源的极大浪费。全社会人民的聪明才智都被用来辨别商品的质量，这样的结果真是不可想象。

在商品已经比较丰富、不用担心供应的情况下，商品品牌的地域连坐，恐怕还是一项相当有效的政策。

现在我们保持过硬商品的生产成本是8元、质量差商品的生产成本是2元这个条件不变。如果这里市场上的两家“外地”企业供应的都是质量过硬的商品，那么这些商品可以实现的价格还是每件12元；而如果这个地方的市场发现这两家“外地”企业供应的商品中存在不合格商品，就禁止它们生产的商品进入这里的市场。这就是地域连坐。在实行地域连

坐的条件下，两家企业的博弈变成下面的情况：

| | | 乙企业 | |
| --- | --- | --- | --- |
| | | 好 | 差 |
| 甲企业 | 好 | 4，4 | −8，−2 |
| | 差 | −2，−8 | −2，−2 |

地域连坐条件下的质量博弈

运用相对优势策略下画线法，我们知道这个博弈有左上方和右下方两个纳什均衡，分别是两家企业都生产好的商品和两家企业都生产差的商品。但是，企业总是要赚钱的，所以两家企业都会收敛到生产好的商品的那个纳什均衡。事实上，左上方的纳什均衡比右下角的纳什均衡具有明显的帕累托优势。如果一个博弈的某一个纳什均衡比其他纳什均衡具有帕累托优势，这个纳什均衡就是该博弈的归宿。

2005年初夏，北京市有关部门发函责令全市停止购进和销售产自广东潮安的果脯、蜜饯以后，潮州市质监部门迅速组织对被曝光的12家不合格企业进行查处，潮安方面对全市所有生产果脯、蜜饯产品的企业的专项抽检行动也于次日马上展开。这就是收敛到两家企业都只生产好的商品的那个纳什均衡。

# 抗共谋均衡

前面谈过的筛选多重纳什均衡的方法，基本上都局限于二人博弈的情形。如果博弈的参与人多于两个，有可能会发生部分参与人联合起来追求小团体利益的共谋行为，从而导致均衡情况的变化。为此，本海姆（B. Douglas Bernheim）、别列葛（Bezalel Peleg）和温斯顿（Michael D. Whinston）在1987年的两篇论文中提出了抗共谋纳什均衡（coalition-proof Nash equilibrium）的概念，对纳什均衡的概念做进一步的筛选。

首先，当博弈的参与人不止两个的时候，怎样描述一个博弈呢？让我们通过具体的例子来说明。假定一个博弈有3个参与人甲、乙和丙，参与人甲有U和D两种纯策略可以选择，参与人乙有L和R两种纯策略可以选择，参与人丙有A和B两种纯策略可以选择。至于各种策略组合之下3位参与人的支付如何确定，就不具体说明了。

二人博弈便于用平面矩阵来表示，三人博弈理应采用立体矩阵格子。可是立体的东西难以画在平面上，我们就把它切成几层，摊开在平面上。现在参与人丙有两种纯策略可以选择，我们就把立体矩阵格子切成两片，铺开在纸上，变成下页的组图。

每个格子里面，第一个数字是参与人甲的支付，第二个数字是参与人乙的支付，第三个数字是参与人丙的支付。这样，因为在所有$2\times2\times2=8$种纯策略组合下3位参与人的支付都已经清楚，整个博弈就表达清楚了。我们就利用这个博弈说明抗共谋均衡的思想。

| 甲 \ 乙 | L | R |
|---|---|---|
| U | **0, 0, 10** | −5, −5, 0 |
| D | −5, −5, 0 | 1, 1, −5 |

参与人丙选择A

| 甲 \ 乙 | L | R |
|---|---|---|
| U | −2, −2, 0 | −5, −5, 0 |
| D | −5, −5, 0 | **−1, −1, 5** |

参与人丙选择B

采用相对优势策略下画线法，我们很容易知道，这个博弈存在两个纯策略纳什均衡（U，L，A）和（D，R，B），并且前者帕累托优于后者。按照我们已经介绍过的筛选多重纳什均衡的方法，因为纳什均衡（U，L，A）帕累托优于（D，R，B），该博弈的结果应当是（U，L，A）这个纳什均衡。

但是，如果我们考虑到参与人之间存在共谋的可能性，则（U，L，A）并非博弈的最终结果。因为如果参与人丙按照纳什均衡（U，L，A）的指引选择矩阵A，则只要参与人甲和乙达成一致行动的默契，分别采用策略D和策略R，他们就都能获得1单位的得益，大于他们在纳什均衡（U，L，A）时得到的都是0的得益。

我们一再强调，纳什均衡的精髓，是单独偏离没有好处，即参与人单独改变策略选择没有好处。问题是在纳什均衡要求的单独偏离没有好处的情况下，仍然可能存在若干参与人集体偏离或者说共谋偏离的激励。如果一个纳什均衡虽然因为纳什均衡本身的要求排除了参与人单独偏离的激励，但却存在若干参与人集体偏离的激励，我们就很难认为它是博弈的稳定结果。

这就出现上述博弈的两个纯策略纳什均衡（U，L，A）和（D，R，B）孰优孰劣的问题。从寻求稳定性最好的博弈结果的角度看，不仅纳什均衡概念本身不能最后解决这个问题，而且我们上面已经介绍过的各种筛选纳什均衡的标准，如帕累托效率标准和风险优势标准，仍然未能彻底解决问题。面对这种新的情况，必须引入新的概念和新的思想，进行新的分析。

要排除参与人之间共谋的可能性，需要借助抗共谋均衡的思想。抗共谋纳什均衡与一般纳什均衡的区别，主要是在没有单独偏离的激励的基础上，进一步引入了没有集体偏离的激励的要求。也就是说，一个策略组合之所以成为抗共谋纳什均衡，不仅要求参与人在这个策略组合下没有单独偏离的激励，而且要求他们没有合伙集体偏离的激励。

回到我们现在具体讨论的博弈，就可以知道，纯策略纳什均衡（U，L，A）不是抗共谋纳什均衡，因为在参与人丙不改变策略选择的情况下，参与人甲和乙共谋分别采用策略D和策略R，他们两人的得益就都能从0上升到1，而且在他们做了图中箭头所示的共谋偏离以后，只要

参与人丙的策略选择仍然保持不变，甲乙二人就不会瓦解他们的偏离共谋。

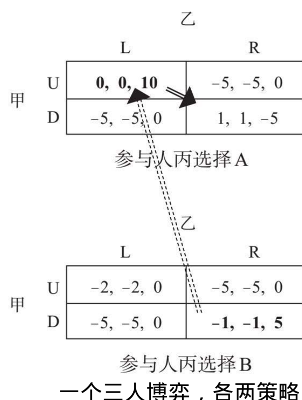
但是，纯策略纳什均衡（D，R，B）却是抗共谋纳什均衡。事实上，如果甲乙一起偏离，他们的博弈所得都会由–1下降到–2，所以甲乙不会共谋这样的偏离；如果甲丙一起偏离，甲的支付从–1下降到–5，丙的支付从5下降到0，所以甲丙不会共谋这样的偏离；同样，如果乙丙一起偏离，乙的支付从–1下降到–5，丙的支付从5下降到0，所以乙丙也不会共谋这样的偏离。最后，我们检查甲乙丙一起偏离的情况：的确，如果甲乙丙一起偏离，他们就会从（D，R，B）这个纳什均衡跳到（U，L，A）这个纳什均衡，甲乙丙三人的支付分别由–1、–1和5增加到0、0和10。这看起来很好，但问题是3个人一起跳到（U，L，A）以后，正如前面分析过的，又出现了或者说形成了对于其中甲乙二人共谋偏离到（D，R，A）的激励。我们到现在为止讨论的都是完全信息的博弈。既然是完全信息，博弈发展的各种可能一目了然，丙就会估计到如果他和甲乙一起从（D，R，B）这个均衡跳到（U，L，A）这个均衡，就会造就甲乙共谋再次偏离的激励。具体来说，他们三人真的一起跳到（U，L，A）这个均衡以后，甲和乙还会“背叛”原来的三人共谋，二人共谋偏离（U，L，A）这个均衡。预料到这一切，丙怎么会同意和甲乙一起从（D，R，B）偏离到（U，L，A）呢？

综上所述，纳什均衡（D，R，B）是一个抗共谋均衡。两个纳什均衡（U，L，A）和（D，R，B）之中，（U，L，A）包含共谋偏离的激励，（D，R，B）排除了共谋偏离的激励，在这个意义上，（D，R，B）这个均衡比（U，L，A）这个均衡更加稳定，更有理由成为博弈的最终结果。

按照帕累托效率标准，（D，R，B）这个均衡比不上（U，L，A）这个均衡，但是按照抗共谋的要求，（D，R，B）均衡又优于（U，L，A）均衡，关键是看采用什么标准。

# 盯着不散伙的共谋

细心的读者会提出这样的问题：在上一节三人博弈的两个纳什均衡之中，另外一个均衡（D，R，B）也有合伙偏离的激励啊。从（D，R，B）这个均衡，3个人干脆像虚线箭头所示那样一起偏离，走到（U，L，A），结果3个人都得到改善，何乐而不为？



一个三人博弈，各两策略

的确，如果在（D，R，B）这个均衡三人一起偏离，他们都将得到改善，似乎他们会做这样的共谋偏离。可是三人一起偏离后到了（U，L，A），正如上一节已经说明清楚的，甲乙两人又有进一步沿着实线箭头合伙偏离的激励。据此我们知道，三人共谋从（D，R，B）这个均衡偏离出去，这个合伙是要散伙的，不能自我维持。相反，上一节演示的从（U，L，A）到（D，R，B）的二人合伙偏离，他们两人合伙到了（D，R，B）以后，这个共谋是不会散伙的。抗共谋纳什均衡要求的，是在参与人没有单独偏离的激励的基础上，再要求参与人没有不散伙的共谋偏离的激励。

在上面的图里，我们用实线箭头标记不散伙的共谋偏离，用虚线箭头标记会散伙的共谋偏离。在考察一个纳什均衡是不是抗共谋纳什均衡的时候，我们不需要关注那些会散伙的共谋偏离。

实际上，会散伙的共谋偏离本身就实现不了。就拿从（D，R，B）这个均衡三人一起偏离来说吧，虽然这样的偏离看起来会使他们3个人都得到改善，但是参与人丙只要不是太蠢，就会认识到在这样的三人合

伙偏离以后，甲乙两人又有进一步合伙偏离的激励，结果参与人丙在和甲乙一起偏离从支付5改善到支付10以后，一定会落到支付–5的境地。丙才不肯干这样的傻事呢。

为了进一步说明这个问题，我们看下图价格大战的囚徒困境。虽然看起来双方有从唯一的纯策略纳什均衡（低价，低价）共谋偏离到（高价，高价）这个策略组合的动机，但是真的按照虚线箭头所示到了那里以后，每个人又都有进一步单独偏离的激励，所以从（低价，低价）到（高价，高价）的合伙偏离，最后一定会散伙。

总之，在考察一个纳什均衡是不是双方抗共谋纳什均衡的时候，我们不必理会那些会散伙的合伙偏离。

| 可口可乐 \ 百事可乐 | 低价 | 高价 |
|---|---|---|
| 低价 | 3, 3 | 6, 1 |
| 高价 | 1, 6 | 5, 5 |

价格大战囚徒困境

最后我们指出，在二人博弈的情况下，本来也要考察博弈的纳什均衡是不是抗共谋纳什均衡的问题，但是因为在二人博弈这样简单的情况下，抗共谋纳什均衡已经和帕累托优势纳什均衡吻合，所以在二人博弈的基础上解说抗共谋纳什均衡，就显得比较生硬。

为此，我们看前面已熟悉的猎人博弈，它有（打兔，打兔）和（猎鹿，猎鹿）两个纯策略纳什均衡。

猎人博弈在（猎鹿，猎鹿）这个均衡，双方自然不会共谋偏离到（打兔，打兔），白白降低双方的所得；而在（打兔，打兔）这个均衡，双方却愿意共谋偏离到（猎鹿，猎鹿）这个均衡，大家都获得改善。图中实线箭头表示的，就是这种共谋偏离。所以在猎人博弈的两个纯策略纳什均衡之中，（猎鹿，猎鹿）是抗共谋纳什均衡，而（打兔，打兔）这个纳什均衡则不是抗共谋纳什均衡。很清楚，猎人博弈的这个抗共谋纳什均衡，也正好是帕累托优势纳什均衡。

| | | 乙 | |
|---|---|---|---|
| | | 猎鹿 | 打兔 |
| 甲 | 猎鹿 | 10, 10 | 0, 4 |
| | 打兔 | 4, 0 | 4, 4 |

猎人博弈

奥曼在1959年发表的一篇论文中提出了“强纳什均衡”的概念，它可以说是综合了帕累托效率标准和抗共谋的要求。所以，从学术发展的历史脉络讲，抗共谋均衡的概念是奥曼的强纳什均衡概念的放松。实际生活中，强纳什均衡的要求往往显得太高了。

# 德国世界杯警方的优势策略

2006年春夏之交，我随女儿作为德国旅游局的客人赴德考察，正好赶上2006德国世界杯足球赛。考察期间，也是我为本书打腹稿的时候。在世界杯感受博弈论的理念，别有一番味道。

5月下旬我们来到德国的时候，世界杯的热潮已经高涨。人们穿着各国的球衣，挥舞各国的国旗，佩戴各国球衣色彩的饰物，兴高采烈，充满期待。许多插着国旗的汽车，从大街上驶过。最醒目的，自然是东道主的黑红黄三色国旗。

除了进行比赛的12座体育场以外，德国的许多城市都在球迷和游客方便的地方，安装了超大屏幕，供大家观赏世界杯所有比赛的即时实况转播。柏林的一组超大屏幕，就竖立在城市轴心的六一七大街上。德国政府的这一举措，显示了要把世界杯办成全世界所有人的盛会的决心。因为对于全世界涌到德国去的数以百万计的球迷和游客来说，世界杯比赛毕竟一票难求。

在这些大屏幕旁边，不但有五人足球比赛和足球射门游戏，还安装了摩天轮和蹦极跳等游乐设施，运来许多洁白的细沙布置沙滩排球等沙滩节目的场地，运来许多细腻的黄沙供人做沙雕。大道两旁，则一溜子排开啤酒摊、小吃摊和世界杯商品专卖摊，还有球迷信息中心。许多德国人觉得，外界对德国只知道“啤酒、足球和希特勒”这三样东西。借2006世界杯在德国举行之际，他们要改变外国人对德国的印象。

慕尼黑的球迷大屏幕，矗立在奥林匹克公园的水上舞台，舞台下面就是奥林匹克湖。球迷和游客到了这里，依山傍水，就像在露天大剧场观看演出一样，非常惬意。世界杯小组赛期间，每天3场比赛，郊线地铁每两分钟一班，源源不断把球迷和游客送来。虽然这里的游乐节目不像柏林六一七大街那么多，但是因为地形得天独厚，气氛却似乎更加热烈。最出风头的是巴西球迷，他们能歌善舞，鼓乐喧天，把桑巴跳到德国来，极富感染力。包括不懂足球的人在内，整个德国就这样因为世界杯而沸腾起来。

小组赛期间，我们每天在大屏幕下面看3场球，有时候最后一场球在酒店的球迷酒吧看。德国队比赛的时候，慕尼黑奥林匹克公园中心大屏幕下人山人海，被围得水泄不通。巴西队比赛和意大利队比赛的时候也是这样。人山人海，热闹非凡，却能够相安无事，我们不由得赞叹德国居民的教养和德国警方的能力。

世界杯期间，最辛苦的应该是德国警察了。各地的球迷大屏幕下，都配备了强大的警力。警察的作用，看来主要是对于不轨行为形成威慑和处理突发事件。我们经常可以看到，4种不同制服的警察同时出现在不远的地方：戴白顶绿边黑舌大盖帽的“文官型”警察，和戴绿色、蓝色、黑色3种贝雷帽的“战士型”警察，后者有时还穿着防弹背心。这些警察就站立在球迷和游客旁边，满脸笑容，形象亲民。世界各地来的女孩子都喜欢和贝雷帽警察搭讪，游客喜欢和贝雷帽警察照相，他们一般都善解人意，相当合作。所以尽管有那么多警察在场，却并没有带来紧张的感觉。因为球迷和游客秩序良好，这些警察常常也能够和他们一起欣赏精彩的比赛。

不过这些笑眯眯的警察警惕性非常高。在慕尼黑奥林匹克公园大屏幕下的球赛休息期间，两位正和女孩说话的警员，突然一起冲向游客足球场，原来那里有两位少年观众在踢球的时候发生了纠纷。随即，近10位警员赶来支援，对那两个孩子形成包围。后来足足有10分钟时间，都是警员在这种包围的态势下向那两个孩子问话，完全没有动手。

如果说球迷和警员之间存在一种博弈关系，那么细微之处就抓紧，可能是贝雷帽警员在这场博弈中奉行的优势策略。可以预料，对于我们看到的那两个男孩的处理一定是非常轻微的，属于警告性质，最大的“处罚”可能就是在问话的这段时间里他们不能看球。

这次德国世界杯比赛期间，足球流氓闹事的情况非常少，这可能就是警力配备足够，有点苗头就抓紧处理和化解的结果。但是因为报纸喜欢登载球迷闹事的新闻，所以给远离德国的读者一些不少足球流氓闹事的错觉。

出动强大警力，务必对违规行为形成事前威慑，应该是德国警方的优势策略。我们把它叫作威慑策略。相反，值班警力勉强，出了事情才倾巢支援，恐怕是一种劣势策略。我们把它叫作救火策略。有兴趣的读者不妨进一步想象足球流氓的两种策略，并且斟酌4种策略组合之下双

方之得失，通过标准的博弈分析，把2006世界杯比赛期间德国警方的威慑策略确实是优势策略这个论断具体做出来。

联想到柏林六一七大街“相遇点”的设置，真是可以感受博弈论对社会生活的渗透力。

# 第五章
# 零和博弈与霍特林模型

这一章我们首先正式引入“零和博弈”，然后重点讨论经济学的霍特林模型。

霍特林模型属于零和博弈，但是它和我们迄今讨论过的所有博弈都有很大的不同。在霍特林模型上展示的纳什均衡，几何形象非常鲜明。对于霍特林模型的讨论，还部分涉及了2006年秋天我在浙江大学给本科生讲博弈论基础的愉快经历。

最后我们会谈到博弈论模型的对抗性排序。

# 零和博弈与非零和博弈

类似上一章开头讨论的扑克牌对色游戏这样的博弈，叫作零和二人博弈（zero-sum two-person games）。因为参加博弈的只有两方，即两个局中人，所以叫二人博弈。现在，我们把扑克牌对色游戏博弈的两个参与人叫作“你”和“我”。两个公司、两个国家、两个集团的博弈，也叫二人博弈。又因为每一个策略对局之下博弈双方的总支付即双方得失之和总是0，所以又叫零和博弈。在扑克牌对色游戏中，每一对局之下博弈的结果不外乎你输一根火柴我赢一根火柴，或者你赢一根火柴我输一根火柴，每一对局之下你的支付与我的支付的总和总是保持为0，所以是零和博弈。

| | | 我 红 | 我 黑 |
|---|---|---|---|
| 你 | 红 | 1<br>–1 | –1<br>1 |
| 你 | 黑 | –1<br>1 | 1<br>–1 |

你我的扑克牌对色游戏

如果博弈参与人不是两个，而是多个，那么只要每局博弈这些参与人的支付之和总是0，就叫作多人零和博弈。

世界上许多国家的孩子们都会玩“布剪锤猜拳游戏”。如果两个孩子玩布剪锤猜拳游戏，布赢锤，锤赢剪，剪赢布，布布打平，锤锤打平，剪剪也打平。当发生输赢的时候，一定数量的“财富”，比如约定为1吧，从输家流向赢家；当打平的时候，双方之间并不发生“财富”的转移。有兴趣的读者，可以自己把这个布剪锤猜拳游戏的博弈矩阵写下来。这将是一个3行3列的表格，左方参与人的3个策略分别是布、剪、锤，上方参与人的3个策略也是布、剪、锤。支付表格的每个格子里面，左方参与人的支付的负数，就是上方参与人的支付。左方参与人的支付为1，上方参与人的支付就是–1；左方参与人的支付是–1，上方参与人的支付就是1。总之，每个格子里面两个支付之和，总是0。这个布剪锤猜拳游戏博弈，当然也是二人零和博弈。

扑克牌对色游戏的博弈矩阵，有4个格子，每个格子里面的两个数字，都是1和–1。但是，布剪锤游戏的博弈矩阵，有3乘3等于9个格子，其中6个格子里面的两个数字，也是1和–1，不过对角线上3个格子当中的两个数字，却是0和0。你可以检查一下自己做出来的博弈矩阵，是不是这个样子。

还有一些二人博弈，每局双方得失之和虽然不是0，却是一个常数。例如双方每进行一局博弈除了他们之间的输赢支付外，还要向提供游戏器具或者场所的第三方缴纳一定的租金，则每局双方得失之和就是一个负的常数。或者反过来，每进行一局博弈，除了他们之间的输赢支付外，双方还可以得到“出场费”那样来自第三方的一定数量的奖励，则每局双方得失之和就是一个正的常数。许多体育比赛就是这个样子。这些博弈都叫作“常和”二人博弈，或者二人“常和”博弈。推而广之，如果一个多人博弈每局各方得失之和是一个固定的常数，这个博弈就叫作多人常和博弈。

在零和博弈中，任何参与人的所得，都是其他参与人之所失。所以，零和博弈是利益对抗程度最高的博弈。其实，常和博弈也是这样，任何参与人的所得，都是其他参与人之所失。由于这个原因，也由于在理性假设之下，常和博弈与零和博弈在处理上没有质的差别，所以博弈论一般约定不把常和博弈纳入非零和博弈的范畴。本书沿用这样的约定，即如果不做另外的声明，所说的非零和博弈，专指博弈矩阵各个格子当中的支付之和并不总是相等的所谓“变和博弈”，而不包括非零和的常和博弈。

在非零和博弈中，一个局中人的所得并不一定意味着他的对手要遭受损失，更不一定意味着他的对手要遭受同样数量的损失。总之，不同局中人的支付之间并不存在“你之得即我之失”这样一种简单的关系。这里隐含的一个意思是，局中人彼此之间可能存在某种共同的利益，蕴含博弈参与人“双赢”或“多赢”这一博弈论非常重要的理念。

例如，下图所示的大家都已经非常熟悉的囚徒困境博弈，就是一个非零和博弈。在这个博弈中，如果双方彼此合作，都选择抵赖，则可以实现博弈参与人甲和乙双赢的局面，每人只判入狱1年。在其他对局情形下，双方总的得益为入狱5年或6年，都比彼此合作选择抵赖时的入狱2年差。

需要指出的是，虽然双方都选择抵赖就能实现两个参与人双赢的结局，但如果对方选择抵赖，则我方最好的选择是坦白。因此，如果没有一种约束机制，双方是不可能有激励维持这种双赢局面的。

| | | 乙：坦白 | 乙：抵赖 |
|---|---|---|---|
| 甲 | 坦白 | −3，−3 | 0，−5 |
| | 抵赖 | −5，0 | −1，−1 |

囚徒困境博弈

回到我们的扑克牌对色游戏。如果单独把你作为行局中人的博弈支付写出来，那就得到下图“你”的支付矩阵。这个矩阵的意义是清楚的。例如右上方格子中的 −1表示，如果你翻红而我翻黑，你的得益就为 −1，即你输一根火柴给我。值得注意的是，上图的矩阵是我们一直在用的“双矩阵”，每个格子里面有行参与人的支付和列参与人的支付这样两个数字，而下图的矩阵，本质上是我们从代数中早已熟悉的矩阵，每个位置一个数，只不过代数中一般用两条弧线或者方括号那样的两条竖线括住，现在则继承双矩阵的习惯写法，使用表格。

| | | 我：红 | 我：黑 |
|---|---|---|---|
| 你 | 红 | 1 | −1 |
| | 黑 | −1 | 1 |

扑克牌对色游戏“你”的支付矩阵

把“你”的支付矩阵的所有元素改变符号，变成：

| | | 我：红 | 我：黑 |
|---|---|---|---|
| 你 | 红 | −1 | 1 |
| | 黑 | 1 | −1 |

扑克牌对色游戏“我”的支付矩阵

就得到“我”的支付矩阵。这是因为对于二人零和博弈来说，行参与人之所得，就是列参与人之所失；行参与人之所失，就是列参与人之所得。

由于这种互为负数的关系，我们在研究这个二人零和博弈的时候，只要盯着“你”一个人的支付矩阵或者“我”一个人的支付矩阵就够了。讨论二人零和博弈的时候，通常只使用一个局中人的支付矩阵，就是这个道理。这种标准形式的矩阵，反过来可以叫作单矩阵，从而与博弈论常

用的双矩阵区别开来。

# 均衡的观察与验证

我们已经介绍了如何在一个博弈中寻找纳什均衡的几种方法，然而在许多情况下，人们往往无须通过上面介绍过的劣势策略消去法、相对优势策略下画线法等方法，找出纳什均衡。许多时候，纳什均衡是“看”出来甚至“猜”出来而不是“算”出来的。有道是“大胆假设，小心求证”。科学研究讲求想象力，许多重大的科学发现，往往都是科学家先产生一个直觉判断，再通过严密的逻辑论证或者实验方法来论证直觉判断的正确性。这个直觉判断可以说就是猜，至少在证明或者证实以前是这样。经济学研究更是如此。经济学家一般先从现实中的经济现象出发，利用经济学直觉分析归纳出可能的经济学命题，再通过经济分析的方法论证命题。现在就让我们通过下面两个例子，体会一下经济学家风格的“大胆假设，小心论证”的思考方式。第一个例子是零和博弈，第二个例子是变和博弈。

假设两个人分100块钱，每个人独立地提出自己要求的数额，并把要求写在一张纸上，然后由公正的第三方来主持和判定最终的分配结果。规则是这样的：设$x_1$为第一个人要求的数额，$x_2$为第二个人要求的数额，如果$x_1+x_2\leq 100$，则每个人得到自己要求的数额；否则，两人一分钱都得不到。

如果让读者来猜测这个博弈的纳什均衡结果，大多数人会认为（50，50）是一个合理的均衡结果。（50，50）的确构成一个纳什均衡，读者的判断是正确的，而读者的正确推断则源于生活经验和逻辑直觉。因此，生活经验和逻辑直觉往往能帮助我们解决许多问题。现在，读者的文化背景让你们设想参与人的选择会收敛到（50，50）这个纳什均衡。

在猜出纳什均衡之后，我们所面临的下一个任务就是论证。现在我们要论证（50，50）是上述二人博弈的一个纳什均衡。我们前面已经强调过，纳什均衡的精髓，是没有一个局中人有动机单独偏离当前的策略选择。我们首先看局中人1的行为选择，给定局中人2选择50，如果局中人1的选择不是50，那他要么选择一个大于50的数额，结果自己一分钱都得不到，要么选择一个小于50的数额，结果所得比原来可得的50少。

因此，站在局中人1的角度考虑，他没有动机偏离50这个当前的选择。同样，局中人2也没有积极性偏离当前50的选择。所以，（50，50）构成一个纳什均衡。

但是，如果我们视野开阔多想一想，很容易就会发现，任何满足$x_1+x_2=100$的分配数额（$x_1$，$x_2$）都构成这个二人博弈的纳什均衡。因此，这个博弈存在无数个纳什均衡，我们把这个判断的论证作为练习留给有兴趣的读者自行完成。

再看下面这个有趣的例子。考虑如下这样一个有$N$个人参加的游戏：每个人可任意放最多100元钱到一部可以生钱的机器里，机器把所有人放进去的钱的总和增加到原来的3倍，然后再平分给这$N$个人。

你能猜出这个$N$人博弈的一个纳什均衡，并给出相应的证明吗？

聪明的读者很容易猜到这样一些纳什均衡：当$N=1$和2时，每个人都愿意放100元钱是博弈的纳什均衡；当$N\geq4$时，没有人愿意放钱是博弈的纳什均衡。因为生活的直觉告诉我们，当参与分钱的人数大于钱增加的倍数时，对于任何一个参与人，放钱都是一件亏本的事情。只有当参与分钱的人数小于钱增加的倍数时，放钱才是划算的。

验证纳什均衡时我们需要牢记的，还是“单独偏离没有好处”这句话。显然，当$N=1$时，如果该局中人不是放100元而是放99元，那么他将得益$99\times3-99=198$元，小于他放100元钱的得益$100\times3-100=200$元。类似地可以验证，只要他放的钱小于100元，他的最终得益即支付都小于放100元钱时得到的支付，所以他没有动机偏离“放100元钱”这一策略选择。同样，当$N=2$时，如果其中一个局中人不是放100元钱而是放99元钱，那么给定另一个局中人放100元，他的得益将是（$100+99$）$\times3\div2-99=199.5$，小于他放100元钱时的得益。

比较困难的是验证$N\geq4$的情形。事实上，当$N=4$时，给定其他局中人都不拿出钱来参与游戏，如果其中一个局中人放1元钱，则他的所得为（$1\times3$）$\div4-1=-1/4<0$，虽然其他局中人的所得是3/4。理性的局中人不会做这种损害自己利益的事。同样的道理可以验证，没有局中人愿意放2元、3元……直到100元，因为此时该局中人的所得都是负的。

学过初等代数的读者都很容易验证，只要参与游戏的人数大于4，

给定其他局中人都采取不放钱的策略，如果其中一个局中人采取放钱的策略，放钱的局中人就必然得到负的支付，也就是说要亏钱。因此，当$N \geq 4$时，没有局中人愿意放钱就构成该博弈的纳什均衡。

从前面的讨论我们知道，当$N=1$和2时，纳什均衡是每人都放100元；当$N \geq 4$时，纳什均衡是大家都不放钱。事实上，当$N=1$和2时，任何人放钱，对于自己都是得利的事情；当$N \geq 4$时，任何人放钱，对于自己都是吃亏的事情。

有趣的是$N=3$的情况。这时候，如果一位参与人往机器里放比如说9元钱，那么机器返还给他的还是9元钱，于是他选择放9元钱的策略得到的支付为9-9＝0；如果放100元钱，那么机器返还给他的还是100元钱，从而他选择放100元钱的策略得到的支付为100-100＝0，同样是0。可见，这时候任何人放钱到机器里，对于自己都是不亏不赚的行为，所以放钱到机器里是没有经济利益的行为。

如果我们把上面这个事实理解为任何参与人增加或者减少放到机器里的钱，对于自己都是不亏不赚的行为，那么我们知道，这3个人随便每人选择放到机器里多少钱，都是这个博弈的纳什均衡，包括每人都不放钱和每人都放100元钱这两个极端情形。

每人都放100元钱这个纳什均衡特别值得注意，这个纳什均衡具有最大的帕累托优势。虽然每个人单独放多放少都无所谓，但是如果他们都放100元，他们每人都将得到300元的支付。在这种情况下，单就每个人来看都是放多放少无所谓，所以十分需要有人引导或者协调他们，让他们都放100元，从而得到老天爷准备给他们的恩赐。

经济学研究重视对经济现象的直觉，直觉往往与观察力和想象力联系在一起。
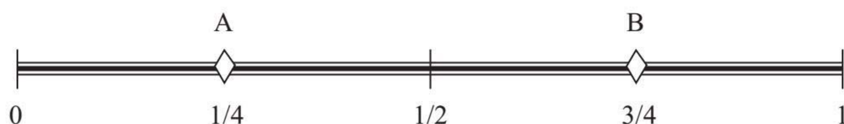
# 纳什均衡与杂货铺定位

纳什均衡是博弈论头一个重量级的概念，它主要描述博弈各方的这样一种对局形势：任何一方单独偏离目前的位置，即单独改变策略，都不会得到进一步的好处。所以，纳什均衡的对局，是博弈各方市场力量相互作用的稳定的结局。

为了进一步说明纳什均衡的意义，让我们看一个杂货铺定位博弈的例子。

设想有一个小居民点，居民住宅沿着一条公路均匀地排开。珠江三角洲在都市化过程的前期，就出现过这种沿公路修房子的现象。这种做法与都市居民社区建设的现代理念相去甚远，理应受到批评。但是，一方面，历史上这样的现象不少；另一方面，即使是现在，在一些比较偏僻的小地方，居民住宅沿道路排列也算正常，至少可以说比较自然。

回到我们即将讨论的问题。现在设想有两家杂货铺要在这个居民住宅沿着公路均匀地排开的小居民点开张，它们卖一样的东西，服务一样，价格也完全一样。那么，两家杂货店开在什么地方好呢。情况就如下图，我们假设居民点的长度为1。

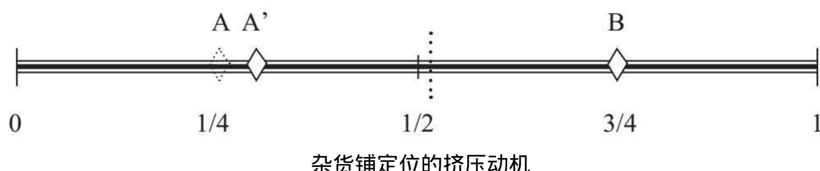



线形居民点杂货铺定位问题

现在，因为商品一样，服务一样，价格也一样，居民到哪个杂货铺买东西，就看哪个杂货铺离自己比较近。反正东西、价格都一样，何必舍近求远呢？如果每个杂货铺都希望靠自己比较近的居民多一些，它们设在什么地方好呢？

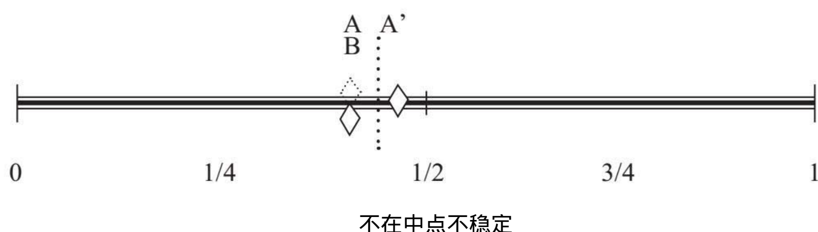
也许你马上会说，如上图那样，把这条路从0到1四等分，杂货铺A设在1/4的位置，杂货铺B设在3/4的位置，问题不就解决了吗？的确，这是一种很好的配置。按照这种配置，每个杂货铺的“势力范围”即市场份额都是1/2。

可是，如果两家杂货铺只以自己赢利为目的，是不会安于这样的位置的。道理是：如果A向右移动一点儿到达A’的位置，那么A的地盘，就扩张到A’和B的中点（下图中较长的竖直虚线的位置），A的地盘就会比B的地盘大。所以，原来位于左边的杂货铺A，有向右边移动来扩大自己的势力范围的激励。在杂货铺定位的博弈中，地盘就是市场份额，地盘就是经济利益。同样，原来位于右边的杂货铺B，也有向左边移动以扩大自己地盘的激励。可见，A在1/4处、B在3/4处不是稳定的位置，不是稳定的对局。



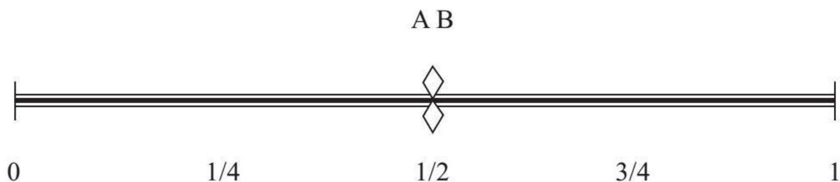

杂货铺定位的挤压动机

那么，怎样的位置才是稳定的位置呢？在两个杂货铺定位的市场份额竞争博弈中，位于左边的要向右靠，位于右边的要向左挤，最后的结局，必然是两家杂货铺剑拔弩张地紧挨在一起。




不在中点不稳定

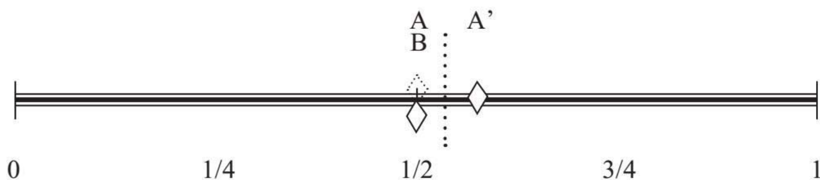
值得注意的是，如果两家杂货铺已经紧挨在一起了，但是位置不在线形居民点的中点，那么这仍然是一种不稳定的对局。请看上图，A、B已经紧挨在一起了，不过不是在中点。这时候，只要一家杂货铺（例如A）稍稍往中点的位置移动一点儿（例如到达图中A’的位置），那么它马上会获得超过一半的市场份额。所以在这种情况下，每家杂货铺都有单独偏离向中点位置移动的激励。综上所述，即使两家杂货铺已经紧挨在一起了，但因为挨在一起的地方不是线形居民点的中点，也就不是两个杂货铺定位的市场份额竞争博弈的纳什均衡。



线形居民点杂货铺定位的纳什均衡

最后的结局，是像上图那样，两家杂货铺在位于中点1/2的位置紧挨着开。在这个纳什均衡的对局中，每个杂货铺的“势力范围”都是线形居民点的一半。

为了进一步说明上图的位置是纳什均衡的位置，请读者注意，在这个位置，谁要是像下图那样单独移开“一点儿”（比方说下图的A，从中点移动到A’），它就会丧失“半点儿”市场份额（丧失下图从中点到竖直虚线那么大的市场份额）。所以在上面这种对局之下，谁都不想偏离中点的位置。



偏离均衡要吃亏

读者可能觉得，实际生活中的情况似乎并不是这样。实际生活中的情况的确多半不是这样，但那一定有其他因素在起作用。比方说，中点位置的房租特别贵；又比方说，在什么地方正好有一家铺子空出来，可以比较便宜地迁进去；还可能是因为其中一家要开的杂货铺原来就是这个线形居民点的住家，他只能用自己的住宅开铺，而不能随心所欲，等等。还有一种可能是两家杂货铺都尊重一个协调机构，这个社区协调机构从方便居民购物的角度考虑，希望两家杂货铺互相礼让，分别在1/4和3/4的位置开张。也有一种可能，就是两家杂货铺实际上是同一个企业的两家分店，那么它们当然会选在1/4和3/4的位置开店。

前文中的推论“只有两家杂货铺紧挨着在中点开张”才是稳定的纳什均衡结局，前提是每家杂货铺都是只关心自己眼前商业利益的“理性人”假设。在这种假设之下，理性人的特征就是“唯利是图”。既然唯利是图，就要千方百计挤占对方的地盘，最终造成两家剑拔弩张挤在中点的

结局。现在我们一些管理不好的摊贩市场就是这样，管理人员下班以后，摊贩都要往好地方挤，谁也不肯礼让。如果上面讲的杂货铺注意树立亲民形象，不希望居民认为我们唯利是图，那么设在1/4和3/4的位置是有道理的。但是遇上对方进逼，就难免吃亏。这也是一种囚徒困境：挤占对方，自己可以占便宜，谁不挤占对方谁就要吃亏。结果两家杂货铺就那么剑拔弩张地挤在一起。

所以，只要承认理性人假设，两家挤在中点就是唯一稳定的策略选择，是唯一的纳什均衡。

# 西方两党政治的稳定性和欺骗性

上一节演示纳什均衡概念的杂货铺定位问题，最早是由美国经济学家霍特林（Harold Hotelling）提出来的，所以叫作霍特林模型。当然，在霍特林提出他的杂货铺定位的市场份额竞争模型的时候，他也和别人一样，都还不知道纳什均衡的概念。像上一节那样的讨论，是博弈论学者在霍特林模型论证方式方面改造的结果。

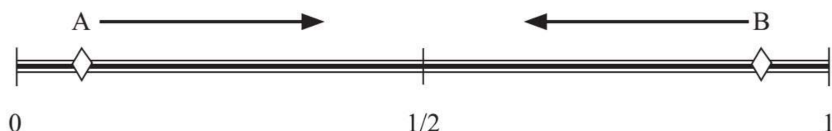
有趣的是，美国经济学家和政治学家，还运用上述杂货铺定位博弈的霍特林模型，说明西方两党政治的若干现象。

西方一些大国，都有相似的两党政治。在英国是保守党和工党轮流执政，在美国则是共和党和民主党轮流坐庄。民主党和工党倾向于标榜代表劳工阶层的利益，共和党和保守党则站在企业主一边。在竞选的时候，人们可以发现，两党对彼此的攻击越来越厉害，紧要关头，人身攻击也来了，可是实际政治纲领却越来越靠近。等到一个政党因为攻击另一个政党得手取代对手上台以后，选民又发现，新政府相较老政府并没有多少实质性改变。

为什么会这样呢？进一步，为什么这些西方大国都会出现两党政治呢？

首先，让我们用杂货铺定位博弈模型来说明在西方式民主制度下两党政治的稳定性。

如果我们把选民的政治诉求从左边的0到右边的1排列起来，可以假定英国的工党站在左边A的位置上，保守党站在右边B的位置上；而在美国，民主党在左边，共和党在右边。一个政党想要取得执政党的位置，原则上就要争取多数选民的票。选民的选票，将投给和自己的政治诉求最接近的政党。这样，哪个政党“接近”的选民多，哪个政党就有获胜的机会。既然我们已经把政治诉求表示成一条直线，那么接近不接近，就看距离近不近。如果与政党A距离比较近的选民多，政党A就获胜上台执政。如果两个政党处于同一位置，他们就平分共同地盘里的选民。那么，这些政党和它们的政治家会怎样争取选民呢？

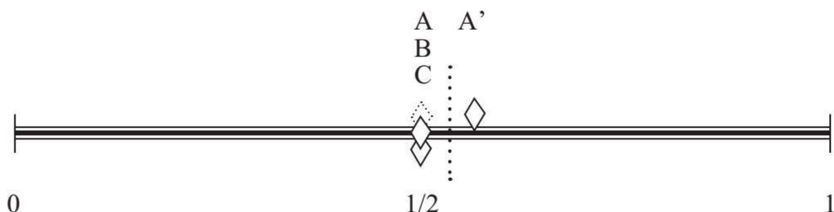



西方两党政治的博弈分析

情况实际上就和杂货铺定位博弈的霍特林模型一样。工党一定要打出劳工代言人的旗帜，所以它是站在左边的，左边是它的地盘。但是只有左边一半的选民，还不足以保证胜出。为了在竞选中获胜，它要想办法把中间的在两党之间摇摆的选民争取过来。最好的办法，就是使自己的竞选纲领向右边靠过去一点儿，即在竞选中宣布也要照顾中产阶级的利益，甚至兼顾企业主发财的机会。移过去一点儿，地盘就可能大一点儿。同样，原来立党之本是在右边的保守党，在竞选的过程中，也要往左边靠，也要申明自己非常关心劳工阶层的利益，以争取更多的选民。这样斗法的结果，在漫长的竞选过程中，虽然两党的攻击和谩骂不断升级，但是实际纲领却不断靠近，直到两个政党几乎在中点处紧挨在一起，才是这个竞选博弈稳定的纳什均衡。

为什么第三个政党难成气候？这是因为在上述假定之下，如果三个政党的位置不相同，不在同一个点上，那么至少有一个政党单独位于一边，它就有向内挤压的动机，道理和前面论述的一样。所以，这时候不是稳定的局面。

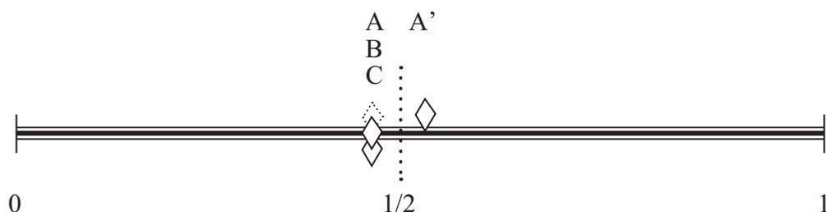
如果三个政党都位于中点，情况又会怎样呢？请看下图，这时候谁要是单独跳开一点儿，谁就会取胜，所以也是不稳定的局面，不是纳什均衡。这是因为如果A从中点跳开一点儿到位置A’，至少竖直虚线右面的选民都会投他的票，而竖直虚线左边的选民，则由留在中点的两个政党A和B来平分，这两个党各自的得票就都比不上跳开的那个党。




三家都在中点不是纳什均衡

如果三个政党A、B、C位于同一点，但这一点不是中点，比如说像下图这样，A、B、C三党位于中点左边的同一点，那么谁单独向中点移

动一点儿，它就会占便宜。设想A从原来的位置移动到中点变成A’，那么至少竖直虚线右边的选民都会投它的票，这可是大于一半的份额，而另外两个政党则只能平分不到总数一半的选民。




三家都挤在不是中点的地方更不是纳什均衡

三个党不在一起不稳定，三个党全在中点也不稳定，三个党全在另外一点更不稳定，总的来说，就是三党政治不会稳定。或者换一个角度理解：纲领变化无常的政党不会有较强的生命力。这也可以部分说明为什么英美都是两党政治，第三党难成气候。

我们不是常常说“西方两党政治具有欺骗性”吗，上面这个政党纲领向中点移动的机制，倒真是提供了颇有说服力的思路。竞选的时候，怎样有利于拉票就怎样讲，当选以后，可以忘得一干二净。在这个意义上，我们说不要以为哪个政党上台这些西方国家的政治态度就会发生根本改变，确实很有道理。政党政治本来在理论上有督促政治家个人操守不可太放肆的优点，但是在西方国家，就连小学生都知道政治家说的话不可靠。每次竞选，人们只能在少数政治家中间做出他们非常有限的选择。

# 动机和实现不是一回事

假如有一个很特别的“山水城市”，居民住宅沿着从西到东一条很长的街道均匀地排开，而在道路和住宅以外，都是不宜行走的陡坡、水面和农田。如果要在这个城市开设一家超级市场，这家超级市场开设在这条长路中间的位置最好，因为这样可以从总体上节省顾客走在路上的时间，即使离商店最远的顾客，也只需走长路一半的路程。

但是如果相互竞争的两家公司A和B都想在这个城市开设超级市场，它们会怎样选址呢？前面我们说过，着眼于总体上节省顾客走路的时间，最理想的方案，是两家超级市场分别开设在道路1/4和3/4的地方。这样，即使离商店最远的顾客，也只需走长路1/4的路程。如果它们分别开设在1/3和2/3这两个地方，合理性就差一些，因为离商店最远的顾客，需要走长路1/3的路程。

除了自身的功能以外，建筑还是强加于环境的实体存在，会给周边带来很大影响。好的影响固然有，比如相当漂亮可充当摄影背景等。但是如果不讲究整体规划，负面影响更加容易产生：阻挡视野和采光，改变大气的流动，阻滞公共交通，反射或聚集过多的阳光加剧热岛效应，破坏城市的风景线，亵渎城市的人文景观等，不一而足。无规矩不成方圆，所以，在现代法治社会，盖建筑总是要报批的。

设想规划部门把两家企业的代表请来，作为建议，提出规划部门心目中最佳的1/4和3/4的方案，供企业考虑。总部在城市西边的A公司，自然倾向于离总部比较近的1/4的位置，同样，总部在城市东边的B公司则倾向于3/4的位置。

虽然在规划部门建议的位置1/4和3/4之中，两家企业心目中各有所属，但是它们并不满足。A公司提出，1/4那个位置正好是道路瓶颈的地方，它希望往东移一点儿。B公司提出，3/4那个位置有像九寨沟那样的风景，不宜大兴土木，它希望可以往西移一点儿。

规划部门的官员听它们这样说，觉得颇有道理，的确不宜选址在1/4和3/4这两个位置。可是他知道长路当中从1/4到3/4这一段，即将

兴建新的剧院和公共图书馆，遂建议两个公司考虑是否不向中间移动，而是向两边移动。

未料两个公司全都反对。A公司说，要是西移的话，不如维持规划局原来建议的1/4的位置，什么瓶颈不瓶颈，管不了这么多了。同样，B公司也表示，东移不能考虑，如果不许西移就维持在3/4那个位置上，风景异化也被抛诸脑后。

这不行那不行，又讨论了几种方案双方还是未能达成一致。在这种方案那种方案的探讨之中，规划局的官员悟出了一条规律：凡是建议超级市场选址向长路的两端移动的，企业都会找各种理由反对；而企业自己提出的方案，总是想把超级市场的位置往中间移动。

的确，这是规律性的行为，背后有我们在上面讲过的经济学道理，那就是霍特林模型。

原来，企业为超级市场选址的时候，是否有利于争取顾客，是重要的考虑因素。超级市场当然首先在商品的品种、质量、价格以及销售和售后服务方面展开竞争，但是如何选址也很要紧。不是说天时地利人和吗？如果多数居民距离超级市场A比较近而距离超级市场B比较远，企业A就会在竞争中占据地利的优势。正是这种考虑，促使两家公司都想把它们的超级市场往中间挪。

好在企业选址不能为所欲为，规划局的最后裁决避免了两家超级市场紧挨在一起的结局。我们这个“山水城市”自然是虚拟的，不过也并非异想天开。湘西沈从文、黄永玉他们的故乡凤凰城，可充近现代的原型。

# 摊贩为什么都往市场门口挤？

张五常教授在《博弈理论的争议》（《21世纪经济报道》2001年5月28日，第21版）中，认为霍特林的结论有问题。张五常教授的文章专为关于他整体批评博弈论所引起的争议而写，不可等闲视之。

张教授这样描述霍特林模型："一条很长的路，住宅在两旁平均分布……要是开两家（超市），为了节省顾客的交通费用，理应一家开在路一端的1/3处，另一家开在路另一端的1/3处。但是为了抢生意，一家往中间移，另一家也往中间移，结果两家都开在长路的中间，反而增加了顾客的交通费用。"

这里，1/3应该是1/4的笔误。道理在前面两节的分析中已经清楚。

张教授接着写道："这个两家在长路中间的结论有问题姑且不谈，但若是有3家，同样推理，它们会转来转去，转个不停，搬呀搬的，生意不做也罢。这是博弈游戏了。但我们就是没有见过永远不停地搬迁的行为。"

张教授概括的推理，至为精确。3家相互竞争的独立企业都要在一个东西方向"长路城市"开设超级市场，假定有人先抛出一个方案，3家选址不在同一位置。这样，总有一家单独在最西边或者在最东边。如果单独一家在最西边，它就有往东挤的动机，因为移动以后，原来离它比较近的居民仍然离它比较近，它东边有一些原来在别人"势力范围"内的居民，现在则变得离它比较近。正如上次说明的，移动"一点儿"，自己的"势力范围"就要扩大"半点儿"。利益驱动，何乐而不为？同样，如果单独一家位于最东边，它也有往西挤的动机。可见，3家不在同一位置的方案，从经济动机来看没法稳定。

假定鬼使神差先抛出的方案是3家选址都在一起，那么因为顾客到3家超级市场的距离都一样，3家超级市场理应平分所有居民。这时候如果这个位置东边的路不比西边短、居民不比西边少，那么每家都有单独向东边偏移一点儿的动机，道理是单独偏移一点儿以后，东边的居民都在它的"势力范围"内，而西边的居民将由另外两家超级市场平分，每家

所得顶多只及偏移的那家的一半。同样，如果这个位置西边的居民不比东边少，那么每家都有单独向西边偏移一点儿的动机。可见，3家挤在一起的方案从经济动机来看也不稳定。

两种情况合起来，我们就知道3家为选址竞争，它们会转来转去转个不停：只要3家不在一起，单独在最旁边的一家就要往中间挤；一旦挤到一块去，马上又有动机要偏离出来。就这样转个不停。

上述“转个不停”的道理，应该不难明白。可是张五常教授意欲为博弈论归谬的话似乎也有道理：“我们就是没有见过永远不停地搬迁的行为。”

我体会，关键可能在于区分动机和实现。讲经济动机，它们要转个不停，而看具体实现，它们并没有一直转下去。首先，一旦建成，超市是难以搬迁的，选址的博弈，只发生在规划阶段。即使在规划阶段，也有规划局管着，超市并不能随心所欲地选址。还有文化的约束，唯利是图、锱铢必较表现得太穷凶极恶，会给企业形象带来损失。这些，都是动机与现实不同的原因。

张五常教授的“佃农理论”，是非常深刻的研究；他思维敏捷，才华横溢，往往片言只语就让人感觉他已经切中问题的要害；他的果园蜜蜂考察、水产养殖考察、玉石交易考察和师生开店实践，令人敬佩。但是如果引申到“没有见过即为虚妄”，恐怕也不妥当。中学生老是要做“小球在平面上无摩擦地滚动”这样的题目，谁曾看见过小球在平面上无摩擦滚动来着？但是如果一点儿这样的想象力也没有，那就学不好古典的牛顿力学。

由于摩擦，我们看过的小球平面滚动都要停下，但这并不能推翻惯性定律。由于搬迁费用和规划管理等的约束，我们没有见过“不停地搬迁的行为”，但这并不等于选址时不存在挤压对手的动机。

记得霍特林模型的副题是杂货铺选址。杂货铺是比较难以移动的，更何况超市。但是学习霍特林模型，我却实际观察到了往中间挤压和转个不停的行为。

20多年以前，广州市肉菜市场的管理还比较差。中山大学对门的市场，每天都准确无误地上演着同样的故事：傍晚市场管理人员一下班，原来有固定位置的水果蔬菜摊贩马上争相向前，把市场进口拥挤得通行

困难，甚至前出到街上。他们一直有争相向前的动机，但是被市场管着；一旦管理撤销，动机马上变成行动。

作为对比，卖肉的不会这样挪动位置，但这不等于他们没有抢占位置的动机，而是因为肉档不容易挪动。肉档的移动动机都难以实现，更何况杂货铺？问题在于，动机实现不了因而观察不到，但不等于没有动机。

# 学校门口等出租车的争先行为

早上上班的高峰时刻，在中山大学校门口等出租车出外办事，有时候会非常困难。这时候你可以观察到，焦急地等待出租车的乘客，会争相向“上游”方向走去。甲超过了乙，乙又要超过甲，在叫到出租车以前，他们实实在在会这样你超我我超你地“转个不停”。

他们这样“转来转去”，道理也是说明抢占有利位置的动机和行为的霍特林模型。

按照博弈论的框架，杂货铺或者超级市场选址的竞争，摊贩挤占有利位置的竞争，等候出租车时抢占有利位置的竞争，都属于博弈行为。前面说过，博弈的3个要素是：参与人，参与人可选择的行动或者策略，以及各种策略行为组合之下博弈参与人之所得。杂货铺和超级市场，市场里面的小摊贩，繁忙时刻焦急等候出租车的人，就是上述博弈的参与人，而他们的策略或行为的目标，就是努力实现最大所得。杂货铺、超级市场和摊贩都追求吸引更多顾客，等出租车的人则希望尽早坐上出租车。

各参与人采取某一策略或行动，合起来成为一个策略组合。如果一个策略组合使得每个参与人都没有单独改变策略的动机，就叫作一个纳什均衡。

如果两家公司都想在一个“长路城市”开设超级市场，那么它们紧挨着开在长路的中间，是两家公司选址博弈的纳什均衡。因为这时候它们都没有单独改变选址的动机，谁单独改变了，它的顾客量就会下降。任何两家选址不在一起的方案都不稳定，因为它们为了争取顾客都有挤向对方的动机。两家一起但不在中间的方案也不稳定，因为每家都有单独跳到中间去占便宜的动机。可见，这些方案都不是纳什均衡。

三家相争，结果是任何选址方案都不稳定，正如张五常教授所说，“它们会转来转去，转个不停”。之所以实际上并没有转个不停，是因为制度约束和移动成本等其他因素阻滞了动机的实施。

张五常教授非常强调经济行为和经济现象的“局限条件”。借用张教

授的术语，在管理欠佳的肉菜市场，管理人员下班以后卖鱼卖肉的不会像卖蔬果的那样挪动位置，不等于他们没有抢占位置的动机，而是因为肉档挪动的“成本”太高这个“局限条件”限制了他们，使他们不容易移动，甚至使他们不能移动。

所以我们体会，前面谈到的这些约束因素属于张教授的“局限条件”。本节开头谈到的等待出租车时的争先占据有利位置的博弈，原理和杂货铺选址博弈完全一样，但是因为没有制度约束，也基本上没有成本约束（人的移动成本非常小），所以我们可以切实观察到你超我越这样不停地反超的行为。

这样不停地超来超去，与社会和谐的主旋律相悖，而且造成效率损失，所以大宾馆门外会设置“出租车等候处”的牌子，引导客人排队轮候，勿相竞争。这时候，在设定的出租车轮候处等候出租车的文化制度设置，作为“局限条件”，约束着人们私利争先的动机。

足球比赛在开出角球以前，双方球员在门前的推搡，是制度允许且代价不大的时候“博弈参与人”会“转来转去，转个不停”的又一例子。攻守双方的球员都想占据有利位置，比赛规则又允许他们合理冲撞，所以动机得以实施，观众可以看到他们彼此推来搡去地站位，有时候还相当激烈，让不懂足球的女性观众以为他们不文明。篮球比赛罚球的时候双方队员也有抢占有利位置的动机，但是因为规则和裁判已经规定了双方队员的站位，这个“局限条件”使得他们占据有利位置的动机无法实施。球员因为制度原因这个“局限条件”而不能“转来转去，转个不停”，不等于他们没有“转来转去”占据有利位置的动机。

我想，可能正是因为考虑到不容易说服一些想象力不那么丰富的学生，现在美国的经济学教科书都不再以霍特林原来的“杂货铺定位”问题来介绍霍特林模型，而是以“雪糕车抢生意”作为模型的背景，因为雪糕车要移动非常容易，几乎没有什么“局限条件”。

大家知道，美国新泽西州的大西洋城是一个著名的赌城。但是和美国另外两大赌城不一样，大西洋城的赌场沿着海岸线展开。因为滨海有吸引人的海滩，大西洋城也是一个著名的旅游点。各个赌场都有实际上免费的巴士，从纽约、费城、华盛顿，甚至波士顿把“赌客”接到赌场，这使得大西洋城更加热闹。有些人就是这样经常免费到大西洋城游玩一天，基本上不赌。

因为沿着海岸线展开，大西洋城作为旅游点，就是一个线形的旅游点。美国的一些经济学教科书现在就说，两辆雪糕车在大西洋城这样的线形旅游点竞争市场份额，它们的行为会是怎样。原来说杂货铺定位竞争的时候，人们头脑中想的其实是已经存在的杂货铺，它们是“长”在地上的，怎么会移动呢，更加不会“转来转去”了。现在把霍特林原来的杂货铺竞争换成雪糕车竞争，就规避了移动成本这个“局限条件”问题。

# 多人博弈的霍特林模型

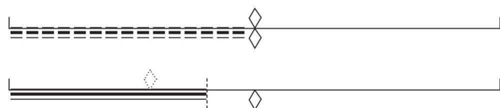
我们已经知道，二人博弈的霍特林模型有唯一的纳什均衡解，那就是两家都挤在1/2即中点的地方；三人博弈的霍特林模型则没有纳什均衡解。那么，4人以上的多人博弈的霍特林模型又怎样呢？下面是2006年秋季学期我在浙江大学给本科生开设“博弈论基础”课程时一位同学的作业。她做得非常好。

设想在一个一字形排开的旅游地，游客沿着“一字”均匀分布，这里有$N$台雪糕车在兜揽生意。假设，这$N$台雪糕车卖一样的冷饮，价格也完全一样，但是相互竞争。因为商品一样，价格也一样，游客到哪个雪糕车买冷饮，就看哪台雪糕车离自己比较近。所以，每台雪糕车都希望靠自己比较近的游客多一些，从而生意会好一些。问题是，它们各自设在什么地方好呢？

解：为讨论方便，设这个一字形排开的旅游地的长度为1。

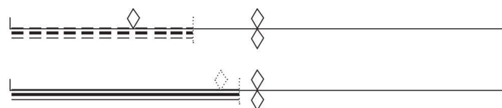
根据题意，每台雪糕车占有离自己最近的游客市场。

（1）当$N=2$即有两台雪糕车时，它们如下图（上）挤在一字形旅游地的中点，是这个双方竞争市场份额的博弈的纳什均衡。事实上在这一点，两台的市场份额都是1/2，如下图（上）所示。如果其中一台左移，如下图（下）虚线菱形所示，它所占有的市场份额，将如下图（下）的所示，少于1/2。右移也是这样，同样没有好处。可见，两台都不愿意单独从均衡位置移动出去。

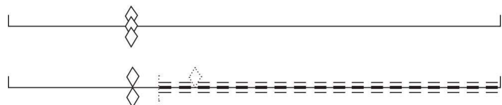


（2）当$N=3$时，如果3台不在一起，一定有一台单独处于最左边或最右边，首先设它单独在左边。在这种情况下，原来单独在左边的一台的市场份额如下图（上）的。如果它向右移动，市场份额变为下图（下）的，大了，可见它有动机往右挤。同样，如果它单独在右边，它就有动机往左挤。所以，只要3台不在一起，就一定

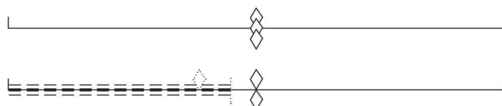
不是博弈的纳什均衡。注意，图中另外两个点是不是在一起并不重要，是不是在中点更加不重要。



当3台都在一起时，3台的市场份额都为1/3。此时如果如下图（上）所示，3台在中点的左边，要是有一台向右移一点儿，则这一台的市场份额变为下图（下）所示，大于原来的1/3，所以这台有激励要单独往右移。同理，如果3台在中点的右边也一样，3台都有单独向左移动一点儿的激励。



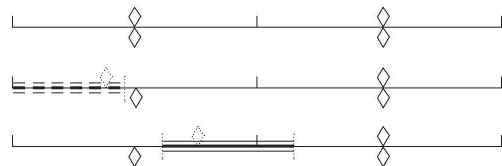
当3台都在一起并且都在中点时，那么其中的任何一台单独往左移动一点儿，它的市场份额就变为下图（下）所示，大于原来的1/3，所以它有向左或者向右移动一点儿的激励。可见，3台都在中点也不是纳什均衡。



综上所述，当有3台雪糕车时，这个博弈没有稳定的对局，更没有纳什均衡。

这个$N=3$情况的论证也告诉我们，在讨论$N>4$的均衡时，不必考虑任何有3台在一起的情况。

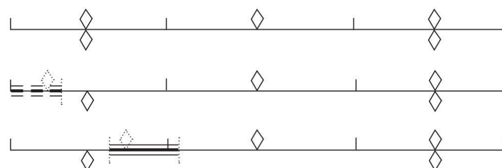
（3）当$N=4$时，两台两台分别挤在1/4处和3/4处为纳什均衡。此时4台的市场份额都为1/4。



事实上，此时如果有其中一台向外移动，则它的市场份额变为上图（中）所示，少于原来的1/4。所以没有人愿意单独往外移

动。如果有其中一台往里移，则它的市场份额变为上图（下）所示，还是等于原来的1/4，并没有增加，所以它没有动机往里面移动。总之，这时候不会有任何一台有激励要单独外移或里移。所以，两台两台分别位于1/4点和3/4点处的对局是这个博弈的纳什均衡。

（4）当$N=5$时，我们可以用中间5个点将一字形旅游地平分为六等分，有两台挤在左面1/5的点上，有两台挤在右面的1/5点上，另外一台位于一字形旅游地中点时，这样的对局是纳什均衡。



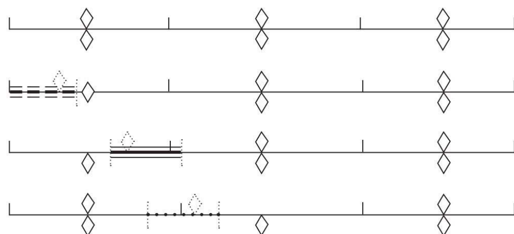
事实上，这时候如果最外面的4台有一台要偏离我们说明的位置，设它如虚线菱形往外移动一点儿，则它的市场份额变为上图（中）的，小于原来的1/6，所以它不会这样做。当它如上图（下）那样往内移时，市场份额如所示，仍然为1/6，所以它也没有激励这样做。

另外，中间那台无论往左移动一点儿还是往右移动一点儿，市场份额都保持1/3不变，所以它也没有激励移动。

综上所述，中间5个点将一字形分为六等分，各有两台售卖机分别位于两端的1/5点上，另外一台位于中点，这样的对局是博弈的纳什均衡。

值得指出的是，在这个纳什均衡中，两边的4台雪糕车的市场份额为1/6，中间一台的市场份额为1/3。可见，纳什均衡并不要求市场份额相等。

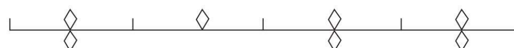
（5）当$N=6$时，我们用5个点将一字形旅游点分为六等分，三对雪糕车分别挤在1/6、3/6、5/6点上，是这个博弈的纳什均衡。此时，每台的市场份额都为1/6。



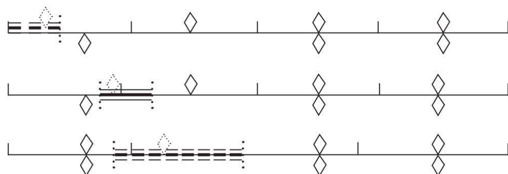
当最外面的4台中有一台向外移动一点儿时，它的市场份额将变得小于原来的1/6。例如上面第二图虚线菱形，它的市场份额变得只有。所以，最外边的4台都没有激励向外移动。当最外面的4台中有一台向内移动一点儿时，它的市场份额仍然是1/6。例如上面第三图的虚线菱形，它的市场份额如所示，是1/6。所以，外面的4台都没有激励单独向内移动。最后，当中间的两台中有一台向左移动一点儿的时候，它的市场份额不变，还是1/6。例如上面第四图的虚线菱形，它的市场份额如所示，仍然是1/6。向右移动也一样。所以，中间的两台也没有激励单独移动。

可见，上面第一图的对局，是这个博弈的纳什均衡。

（6）当$N=7$时，我们用7个点将一字形旅游点分为八等分，在1/8、5/8、7/8上分别有两台挤在一起，在3/8上只有一台，这种对局是博弈的纳什均衡，如下图所示。同样，如果一台位于5/8处，其他三对分别挤在1/8、3/8、7/8的对局，也是这个博弈的纳什均衡。这时候，配成三对的6台，它们的市场份额都为1/8，单独一台的市场份额为1/4。



事实上，当最外边的4台中有一台单独向外移时，它的市场份额将变得小于1/8。例如下面第一图的虚线菱形，市场份额只剩下，变得小于1/8。所以，外面4台都没有激励单独向外移动。当4台中任何一台向内移动一点儿时，它的市场份额保持1/8不变，就像下面第二图的虚线菱形的市场份额为一样，仍然为1/8。所以，外面4台都没有激励单独向内移动。



当中间的一台如上面第三图的虚线菱形所示向左移动一点儿时，它的市场份额保持不变，如〓〓〓〓所示，仍然为1/4。向右移动的情况也是这样。所以，它也没激励单独向左或向右移动。

同理可证，当中挤在一起的两台也没有激励单独偏离原来的位置。

综上所述，在1/8、5/8、7/8处分别有两台，在3/8处有一台；或者一台位于5/8处，其他6台两两分别挤在1/8、3/8、7/8处，都是这个博弈的纳什均衡。

在上述具体讨论的基础上，我们可以在$N>3$的所有情况下，为这个博弈找出如下纳什均衡。注意，博弈的纳什均衡并不唯一。

（7）当$N=2k$-1而$k$为自然数时，我们用2$k$-1个点将一字形旅游点分为2$k$等分，在$\frac{1}{2k}$、$\frac{3}{2k}$、$\frac{7}{2k}$…$\frac{2k-3}{2k}$、$\frac{2k-1}{2k}$处各有两台，在$\frac{5}{2k}$处有一台时，就是一个纳什均衡。其实，单独的那一台的位置在$\frac{3}{2k}$到$\frac{2k-3}{2k}$的任意一个分点都可，但最两端的点必须是两台挤在一起，这些对局都是博弈的纳什均衡。

这时候，两台挤在一起的，市场份额分别为$\frac{1}{2k}$，单独一台的市场份额为$\frac{2}{2k}$。

整个论证与上面所做的一样，留给有兴趣的读者自己练习。

（8）当$N=2k$时，我们用2$k$-1个点将一字形旅游点分为2$k$等分，在$\frac{1}{2k}$、$\frac{3}{2k}$、$\frac{5}{2k}$…$\frac{2k-3}{2k}$、$\frac{2k-1}{2k}$处各有两台的对局是这个博弈的纳什均

衡。这时候，每台的市场份额都是$\frac{1}{2k}$。

分析方法同前，同样留给有兴趣的读者自己练习。

由于我布置给同学们自选的这个作业，只要求找出$N$人博弈时霍特林模型的一个纳什均衡，或者一种纳什均衡、一组纳什均衡，并且给予论证，所以不同的同学提供了不同的解答。另外一位同学对于霍特林模型的解答是：

和刚才一样，我们假设整个线形旅游点的长度为1，博弈参加者的策略（即位置）用坐标表示。

当2人博弈时，纳什均衡是（1/2，1/2）；

当3人博弈时，纳什均衡不存在；

当4人博弈时，纳什均衡是（1/4，1/4，3/4，3/4）；

当5人博弈时，纳什均衡是（1/6，1/6，3/6，5/6，5/6）；

当6人博弈时，纳什均衡是（1/6，1/6，3/6，3/6，5/6，5/6）；

当7人博弈时，纳什均衡是（1/8，1/8，3/8，4/8，5/8，7/8，7/8）；

当8人博弈时，纳什均衡是（1/8，1/8，3/8，3/8，5/8，5/8，7/8，7/8）。

进一步，当博弈参加者人数为偶数$N=2n$时，其中$n$不小于2，那么（$1/2n$，$1/2n$，$3/2n$，$3/2n$，$5/2n$，$5/2n$，…，$2n$-$1/2n$，$2n$-$1/2n$）是纳什均衡；

当博弈参加者人数为奇数$N=2n$ -1时，其中$n$不小于2，那么（$1/2n$，$1/2n$，$3/2n$，$4/2n$，$5/2n$，$6/2n$，…，$2n$-$3/2n$，$2n$-$1/2n$，$2n$-$1/2n$）是博弈的纳什均衡。

对比两位同学的解答，有助于本书读者了解霍特林模型的均衡的多样性。事实上，多人博弈的霍特林模型的纳什均衡，有两个大系：一个是前面那位同学做出来的那个大系，这个大系本身还可以容纳一些变化；另外一个大系，就是后面这位同学提供的解答，这个解答同样有完

整的论证，只是为了节省篇幅，我们不再抄录。有兴趣的读者，正好可以利用本书的这一安排，尝试像上一节介绍的那位同学那样，自己写出全部论证。

有些同学把霍特林模型博弈的每个参与人的支付表达为所有参与人的策略选择的函数，计算出正确的答案来。这样做也很好，特别是表现出很强的数学处理能力。只是鉴于代数形式的推导对于读者的数学基础要求比较高，而本书又偏重和强调几何方法，强调图形解决问题，所以只好割爱，不把他们的代数方式的解答写进本书。

# 对抗性排序

零和博弈是对抗性最强的博弈，是“你死我活”的博弈，因为甲的每一点儿收益都是乙的损失，同样，乙的每一点儿收益都是甲的损失，博弈双方，毫无共同利益可言。

比起零和博弈，囚徒困境博弈就进了一步，虽然在每个局部，利益还是冲突，博弈双方要陷入困境，但是毕竟已经出现双赢的可能。虽然在理性人假设之下一次博弈的囚徒困境无法实现双赢，但是如果囚徒困境博弈能够多次重复，在一定条件下双赢的可能将变得现实。大家记得，价格大战博弈也是囚徒困境博弈。

对抗性最小的是像情侣博弈那样的博弈，虽然博弈双方难免打自己的小算盘，但是双方在大局上利益一致：对于每一个局中人来说，合作总是比不合作好。对于这一类博弈，基本上只是一个协调的问题，是一个在几个纳什均衡当中协调到哪一个纳什均衡的问题。当然，协调本身也是一个很大的问题。例如在情侣博弈中，如果阴差阳错情侣没有通好气，男孩好心独自选择芭蕾，女孩好心独自选择足球，也是个事儿。

下面，我们就按照对抗性从强到弱的次序，排列3种代表性的博弈：

| | | 我 | |
|---|---|---|---|
| | | 红 | 黑 |
| 你 | 红 | –1<br>1 | 1<br>–1 |
| | 黑 | 1<br>–1 | –1<br>1 |

“你死我活”的扑克牌对色游戏

| | | 百事可乐 | |
|---|---|---|---|
| | | 低价 | 高价 |
| 可口可乐 | 低价 | 3<br>3 | 1<br>6 |
| | 高价 | 6<br>1 | 5<br>5 |

出现双赢可能的价格大战囚徒困境，

但是理性假设下双赢对局难以实现

| | | 丽娟 | |
|---|---|---|---|
| | | 足球 | 芭蕾 |
| 大海 | 足球 | 1<br>2 | 0<br>0 |
| | 芭蕾 | –1<br>–1 | 2<br>1 |

个体利益与集体利益基本一致的情侣博弈，

但还是需要协调到纳什均衡

博弈的对抗性排序

上面3种博弈当中，囚徒困境和情侣博弈都有可能协调到双赢的结

果。这就引出协调博弈（games of coordination）的概念。协调博弈的概念有广义和狭义两种。广义的协调博弈，包括所有可能协调出双赢对局的博弈，即使是像囚徒困境那样需要附加条件并且多次重复才能够协调出双赢结果的博弈，也算在里面。狭义的协调博弈，只指个体利益与集体利益基本一致的博弈，只指对于博弈参与人来说合作总比不合作好的博弈。本书采取狭义的概念，只把像情侣博弈这样个体利益与集体利益一致的博弈，叫作协调博弈。

现在看张维迎教授的论文中谈到的所谓“胖子过门”博弈：张三李四都是胖子，要通过一个不宽的门。如果都争先，两人都过不去，各得–1；如果都退让，同样都过不去，还是各得–1；如果一个先走一个后走，先过去的得2，后过去的得1。

| | | 李四 | |
|---|---|---|---|
| | | 先走 | 后走 |
| 张三 | 先走 | –1，–1 | 2，1 |
| | 后走 | 1，2 | –1，–1 |

胖子过门博弈

胖子过门博弈与情侣博弈有什么不同呢？其中一个不同是，在胖子过门博弈中，双方选择不同的纯策略，才是共同利益所在。而在情侣博弈中，双方选择相同的纯策略，是共同利益所在。

再看下面的交通规则博弈：张三李四在没有交通规则的环境下迎面开车，如果双方都靠右开车或者都靠左开车，那么他们会相安无事，交通顺畅，可以各得1；如果一个靠右，对面来的却靠左，麻烦就大了，将各得–1。

| | | 李四 | |
|---|---|---|---|
| | | 靠右 | 靠左 |
| 张三 | 靠右 | 1，1 | –1，–1 |
| | 靠左 | –1，–1 | 1，1 |

交通规则博弈

交通规则博弈与情侣博弈以及胖子过门博弈有什么不同呢？最大的不同，就在于交通规则博弈的双赢是彻底的双赢。情侣博弈不是这样，情侣博弈的双赢，要么男孩子比女孩子更加高兴，要么女孩子比男孩子高兴一些；而胖子过门博弈的双赢，总是要求一方先走另外一方后走，

先走的一方得益更多。但是对于现在的交通规则博弈，双赢之下没有谁占谁便宜的事情，这种双赢真正做到你好我好大家好，是一种对对手好就是对自己好的博弈环境。

你看，我们已经谈到协调博弈里面和谐程度的进一步细分了。

# 经济学家的对称性偏好

这一节让我们看看胖子过门博弈和交通规则博弈，与我们早已熟悉的情侣博弈比较，还有什么其他不同，虽然它们都是协调博弈。我告诉你一个很大的不同：胖子过门博弈和交通规则博弈都是对称的博弈，但是情侣博弈不是对称的博弈。

不能责怪你没有比我更早发现这一点，因为到现在为止我们还没有讲过什么叫作对称、什么叫作不对称。事实上，这里说的对称，非常狭义地专指支付矩阵的对称性。具体来说，如果一个同时博弈参与人的数目是2，而且可供每个参与人选择的纯策略的数目也是2，那么把这个博弈的田字格支付矩阵绕着田字格的中心逆时针或者顺时针旋转180度，要是在每个位置“新来”的支付数字和“旧有”的支付数字完全一样，我们就说这个博弈是对称的博弈。

现在你看，交通规则博弈支付矩阵绕着田字格中心转180度以后，1还是1，–1还是–1；胖子过门博弈支付矩阵绕着田字格中心转180度以后，1还是1，2还是2，–1还是–1。所以，胖子过门博弈和交通规则博弈都是这一节所说的对称的博弈。

但是情侣博弈的支付矩阵绕着田字格中心转180度以后，虽然1还是1，2还是2，但是原来的0却变成了–1，原来的–1则变成了0。所以，本书的情侣博弈，不是这一节所说的对称的博弈。

这里我要告诉大家，一般博弈论著作中的情侣博弈，他们把它叫作性别之战，都表述成像下页图那样的对称的博弈。这样表述，显然有不合理的地方：如果情侣分开，男孩看自己喜欢的足球，女孩看自己喜欢的芭蕾，却只得0。为什么同样情侣分开，但是男孩看自己不喜欢的芭蕾、女孩看自己不喜欢的足球，也是各得0呢？

| | | 丽娟 足球 | 丽娟 芭蕾 |
|---|---|---|---|
| 大海 | 足球 | 2, 1 | 0, 0 |
| 大海 | 芭蕾 | 0, 0 | 1, 2 |

如此不合理的表述，为什么会出现在许多最好的博弈论专家的著作和课本中？原来，包括博弈论学者在内的许多经济学家，都有一种对称性嗜好或者说对称性偏好，他们喜欢把自己的经济模型构造成对称的模型。

问题不在于对称就好看，而是对称的模型通常导致对称的结果。所以，如果模型是对称的，你做出结果来却发现它不对称，马上就可以怀疑结果不对，避免在弯路上走得太远，因为那样要付出过高的路径依赖成本。另一个好处是，如果模型是对称的，在你做出部分结果以后，往往可以利用对称性“依样画葫芦”写出其他部分的结果，而不必步步再做。

对称模型的好处如此之多，难怪经济学家在“无伤大雅”的情况下，都喜欢把本来不应该对称的模型，修改成对称的模型。是不是真的无伤大雅，就见仁见智了。但是的确有一些经济学家，“行大礼不拘小节”，不管伤不伤，对称了再说。这也有道理。如果对称了好做，就对称了先做，做出样子了，再看看是否有必要修改。科学研究讲究先易后难，这么做不但无可厚非，常常还是捷径。

| | |
|---|---|
| 1, 0 | 0, 0 |
| 0, 0 | 0, 1 |

博弈对称，纳什均衡却不对称

在说了这些故事以后，我提醒初次接触对称性问题的读者小心，因为你对于对称性未必已经有准确的把握。上图是一个对称的博弈，非常对称，但是关于这个博弈的纳什均衡，你是否假设它们应该是对称的呢？如果你真的这样想，就有点儿危险了，因为按照这一节对于对称性的定位，这个博弈的纳什均衡，至少在几何上看起来非常不对称。

请你尝试把这个博弈的纳什均衡找出来，加深对于这一节所说的对称性的理解。

# 第六章
# 动态博弈和子博弈精炼均衡

这一章我们介绍参与人决策有先有后的序贯博弈，这就进入动态博弈的范畴了。

我们首先通过容易理解的“抓钱博弈”，让大家熟悉序贯博弈的树型表达，然后介绍几何上醒目的纯策略组合的粗线表示法，在这个基础上，读者可以把那些具有单独偏离动机的策略选择排除掉，最后得到博弈的纳什均衡。

对于树型博弈来说，子博弈的概念特别容易理解。子博弈清楚以后，运用我们引入的策略选择粗线表示法和偏离动机策略排除法，马上可以确定序贯博弈的纯策略纳什均衡当中，哪些是子博弈精炼的纳什均衡。

最后，我们还初步引申向人们关注的博弈论实验、有限理性理念和行为经济学。

# 抓钱游戏

假如甲乙两个人参加一个“抓钱游戏”，他们在各自的托盘前面坐定。想象托盘上面将会长出钞票，这是老天爷的恩赐。

时刻**1**：甲面前的托盘上有1元钱，乙面前的托盘上也有1元钱，甲处于决策的位置。他有两种选择，把钱拿走或者不把钱拿走。如果他选择把钱拿走，即他把自己面前托盘上的1元钱拿走，游戏结束，这时候乙也可以把自己面前托盘上的1元钱拿走；如果甲选择不把钱拿走，游戏进入时刻2。

时刻**2**：这时候托老天爷的福，甲面前的托盘上有2元钱，乙面前的托盘上也有2元钱，但是，轮到乙先做决策了。他同样有两种选择，把钱拿走或者不把钱拿走。如果他选择把钱拿走，即他把自己面前托盘上的2元钱拿走，游戏结束，甲也可以把自己面前托盘上的2元钱拿走；如果他选择不把钱拿走，游戏进入时刻3。

时刻**3**：甲面前的托盘上有3元钱，乙面前的托盘上也有3元钱，甲再次掌握了决策权。他仍然有两种选择，把钱拿走或者不把钱拿走。如果他选择把钱拿走，即他把自己面前托盘上的3元钱拿走，乙也可以把自己面前托盘上的3元钱拿走，游戏结束；如果他选择不把钱拿走，游戏进入时刻4。

时刻**4**：这时候甲面前的托盘上有4元钱，乙面前的托盘上也有4元钱，又轮到乙做决策了。他还是有两种选择，把钱拿走或者不把钱拿走。如果他选择把钱拿走，即他把自己面前托盘上的4元钱拿走，甲也可以把自己面前托盘上的4元钱拿走，游戏结束；如果他选择不把钱拿走，老天爷被他们不为金钱所动的精神感动，决定奖励他们每人5元钱，游戏结束。

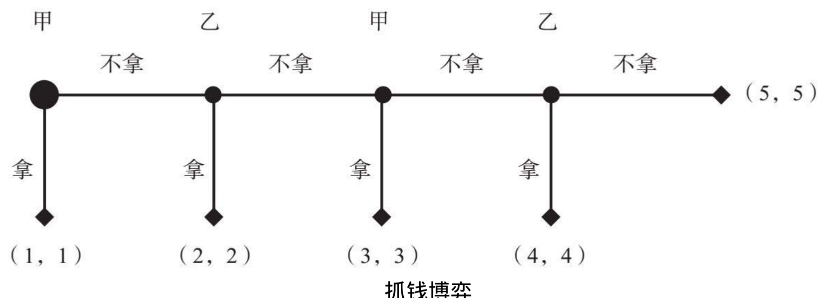
如果我们把这个游戏看作甲乙二人的博弈，需要注意甲乙二人不是同时决策的，而是轮流决策。前面几章我们谈的都是同时决策的博弈：盟军和德军同时决策，疑犯甲和疑犯乙同时决策。现在从抓钱游戏开始，我们讨论博弈各方决策时间有先有后的博弈。

注意博弈论所谓的“同时”，不必是在物理意义上的同时，而主要是在信息意义上的同时。例如，虽然甲的决策时刻比乙晚，但是甲决策的时候并不知道乙已经做出的决策，那么在博弈论的讨论中，甲乙仍然算是同时决策。这里的关键在于，乙决策的时候固然不知道甲的决策，因为甲的决策时刻从物理意义上说比乙晚，但是甲决策的时候同样不知道乙的决策，尽管乙的决策已经做出。所以，他们在有关博弈的信息方面，处于同等的位置。

典型的例子是工程招标。假定截标时刻是7月8日中午12点，那么因为密封投标，如果甲在7月6日投标，乙在7月7日投标，丙在7月8日上午投标，在博弈论意义上他们都是同时投标。当然，如果丁在7月8日下午甚至7月9日投标，我们就不应该认为丁和甲、乙、丙同时投标。

前面几章讨论的同时决策博弈（simultaneous-move games），是静态博弈（static game）；现在说的决策有先有后的博弈，叫作序贯决策博弈（sequential-move games），是动态博弈（dynamic game）。这里需要注意，只要参与人的决策不是同时决策，就是序贯决策博弈，而不必非得是轮流决策。例如甲乙丙三人博弈，假定决策按照“甲—乙—丙—甲—乙—甲—丙—乙—丙”这样的次序进行，也是序贯决策博弈，只要有先有后即可。

序贯决策博弈因为决策有先有后，一般不采用前面两章介绍的矩阵表示方法，而多采用下图那样的“树型”表示方法。想象自左往右从“根”开始生长的一棵“树”，在生长的过程中不断分枝。根和分枝点是决策节点（decision nodes），树梢即各枝梢是末端节点（terminal nodes）。博弈的“树型表示”，就是要在每个决策节点处说明这是谁的决策点，并且说明在这个决策点供他选择的策略或者行动有多少，是什么。在每个末端节点，因为博弈如果“走到”这里，就会结束，所以我们在每个末端节点标示出博弈如果走到这里每个参与人的得益。在每个树型博弈中，末端节点的括号按照明确约定或者默认约定的顺序，给出各参与人的支付。通常的做法是采取博弈参与人在博弈中首次出场决策的自然顺序，来排列括号中各参与人的支付。例如甲乙丙三人参与的决策顺序是“甲—丙—甲—乙—甲—丙—乙—丙”的序贯决策博弈，如果不另外申明，末端节点那里的括号，就按照（甲的支付，丙的支付，乙的支付）这样的顺序，给出参与人的博弈得益。



抓钱博弈

上述抓钱博弈的“博弈树”（game tree），黑圆点是决策节点，黑菱形是末端节点，整个博弈按照时间顺序自左往右进行。仔细端详，这是一棵“半拉子”树，更像一株“藤”。无论像树也好，像藤也罢，它符合数学的分支学科“图论”（graph theory）里面“树”的概念的要求。关于图论，本书就不谈了。

每一个博弈树都有一个根（root），并且只有一个根。有时候，像上图那样，我们用大黑点表示博弈树的根。当然，这只是怎么方便怎么做的约定，假如约定用空心圆圈表示博弈树的根，也没有什么不可以。更多的时候，树的根很清楚，也就没有必要特别把它从图形上与其他节点区分开来。

决策节点上写着的甲或者乙，表示当博弈进行到这个决策节点的时候是轮到甲决策还是乙决策。从一个节点指向另一个节点的“枝”，叫作棱（edge）。博弈树的棱，都是确定了走向的有向棱（directed edges）。棱的指向与博弈树生长的方向一致。按照博弈树“生长”即博弈进行的方向，对于除根以外的每个决策节点，都只有一条棱指向这个节点。博弈树必须不能存在有两条或者两条以上的棱，按照博弈树生长的方向指向同一个决策节点或者同一个末端节点的情况，因为如果有两条或者两条以上的棱指向同一个节点，我们的树就会出现“打圈”的几何现象，不再成为图论或者博弈论术语所说的树。对于作为根的决策节点，它只生长出棱来，而没有任何棱指向它。

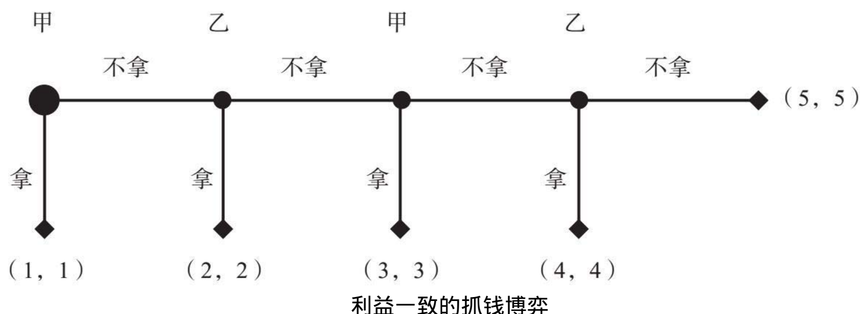
按照博弈树“生长”的方向，每个决策节点一般至少分出两枝，一枝代表一种可能的选择。但是，树的生长偶尔也可以只是经过一个决策节点继续单枝生长，并不分枝，不过这时候因为在这个决策节点并没有选择可言，这个决策节点实际上已经丧失决策功能。这样的决策节点，叫作退化的决策节点，通常可以省略。

博弈进行到任何一个末端节点，都要结束。如前所述，每个末端节点旁边括号里面的数据，记录如果博弈走到那里结束，每个参与人的博弈所得。在抓钱博弈的例子里，每个括号里面的第一个数据是参与人甲之所得，第二个数据是参与人乙之所得。

# 你死我活，还是你好我好

如果读者能够体会上一节的图已经完全表达了上述抓钱游戏，那么你对序贯博弈的树型表示就有了基本的把握。

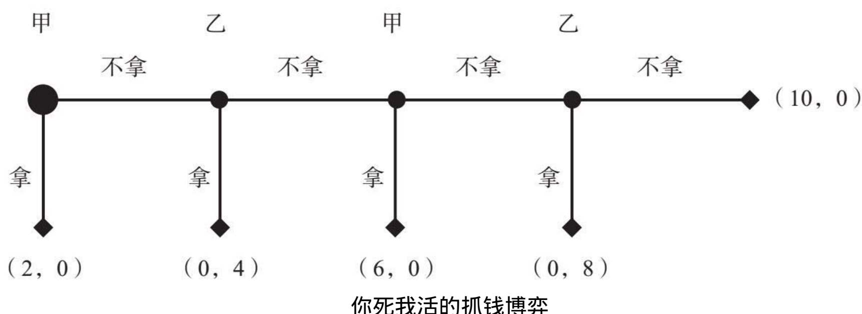
树型表示的博弈，简称树型博弈。博弈的“树型表示”的说法，是非正式的说法，正式的说法是**博弈的展开型表示**（extensive-form representation of games）。这样表示的博弈，叫作**展开型博弈**（games in extensive form）。相应地，原来用矩阵形式表示的博弈，叫作**矩阵型博弈**（games in matrix form）或者**正规型博弈**（games in normal form）。



利益一致的抓钱博弈

上一节讲的那个抓钱博弈，可以叫作“你好我好”或者“利益一致”的抓钱博弈，因为随着博弈的进行，双方的得益都在不断上升，所以双方都愿意等待博弈进行到博弈树的最远端，不会在自己的决策节点选择拿走自己面前托盘上的钱而提前结束这个钱在生长的游戏。

现在，我们考虑下面这种“你死我活”的抓钱博弈：



你死我活的抓钱博弈

对于你死我活的抓钱博弈，故事可以这样编排：

在时刻1，甲面前的托盘上有2元钱，乙面前的托盘上没有钱。甲拥有决策权，他有两种选择：如果他选择把面前的2元钱拿走，游戏就结束了，乙什么也拿不到；如果他选择不把钱拿走，游戏进入时刻2。

到了时刻2，甲面前的托盘上分文没有，但是乙面前的托盘上有4元钱。轮到乙做决策了，他同样有两种选择：如果他选择把面前的4元钱拿走，游戏就结束了，甲什么也拿不到；如果他选择不把钱拿走，游戏进入时刻3。

在时刻3，甲面前的托盘上有6元钱，乙面前的托盘上分文没有。甲再次拥有决策权：如果他选择把钱拿走，游戏结束，他得6元钱，乙什么也得不到；如果他选择不把钱拿走，游戏进入时刻4。

最后，在时刻4，甲面前的托盘上分文没有，乙面前的托盘上有8元钱。又轮到乙做决策了：如果他选择把钱拿走，他得8元，甲什么也得不到，游戏结束；如果他选择不把钱拿走，老天爷责怪乙怎么那么糊涂，决定奖励甲10元钱，却一分钱也不给乙，游戏结束。

读者明白这两个抓钱博弈的树型表示以后，可以自己先行考虑，在两个不同的抓钱博弈中，甲乙双方博弈的结果将会怎样。我们在后面会讲述具体的讨论方法。但是在学习这些方法之前你自己先行琢磨一下，可以试探和激发自己的博弈论悟性，保持热爱探索的好奇心，而不只是被书本的介绍牵着鼻子走。这样做，对于开发学术潜质和培育学术思维，非常有益。

值得注意的是，在“你好我好”的抓钱博弈和“你死我活”的抓钱博弈中，老天爷在相同时刻惠予两位参与人的总的金钱数额是一样的，都是2、4、6、8、10这么增加。可是制度安排不同，结果就大相径庭。

# 编排故事，加深理解

上一节说过“你死我活的抓钱博弈，故事可以这样编排”这样一句话。可能有人会问：严肃的科学普及著作，怎么可以编排故事？

关于“编排”，首先需要说明它不是口误，更不是笔误。读者慢慢可以体会到，对于博弈论讨论，矩阵型博弈中的矩阵表格和支付数据，以及展开型表示中的“树”和支付数据，才是实质的东西，而博弈叫作什么名称的博弈，参与人姓甚名谁、身份是什么、角色是什么，甚至各个策略叫作什么策略，都不是实质的东西。这就留下了编排故事的空间。

关于策略的名称，我们还可以多说几句。由于策略的名称本身不具备实质的重要性，博弈论经常使用左策略、中策略、右策略这样的说法，叫作左策略只因为它写在左，叫作右策略只因为它写在右。例如诺曼底攻防演练博弈中可供德军选择的策略A、B、C、D，也可以叫作左策略、中左策略、中右策略和右策略。叫什么，对诺曼底战役模拟的博弈分析不会带来任何影响。同样，博弈论经常使用上策略、中策略、下策略这样的说法，叫作上策略只因为它写在上，叫作下策略只因为它写在下，对于这些策略的主体人即可以选择这些策略的博弈参与人来说，选择上策略并不一定比选择下策略更好。还以诺曼底攻防演练博弈为例，可供盟军选择的a策略、b策略和c策略，也可以叫作上策略、中策略和下策略。这样做，当然不影响整个博弈的分析。

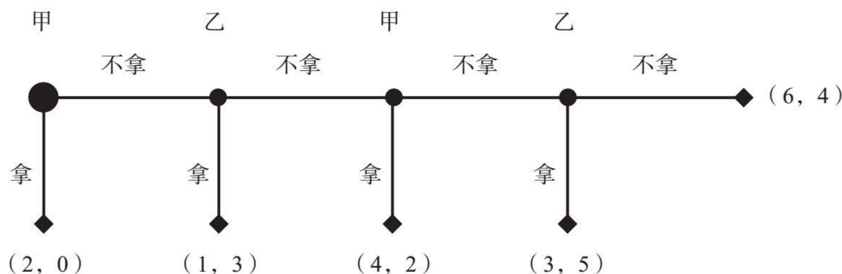
以后，我们会谈到对于主体人比较有利的优势策略，相应地也会谈到对于主体人比较不利的劣势策略。一些作者把优势策略叫作上策略或者上策，把劣势策略叫作下策略或者下策。本书不采用他们的说法，就是出于上策略、中策略、下策略的称谓将专指按照书写位置在上、在中、在下的策略的考虑。

上面说了博弈论有编排故事的空间，现在说说编排博弈故事的价值。博弈论的许多理论和方法都是在游戏中发展起来的，博弈论大师纳什就对棋牌游戏十分迷恋，还曾经发明足以申请专利的游戏。编排博弈故事不但有助于加深对于具体博弈的理解，而且有助于加深对博弈一般理论的掌握。著名的囚徒困境，就可以说纯粹是编排故事的结果。编排

出像囚徒困境这样深刻的博弈故事，会在博弈论历史上留名。这种说法并不夸大。

既然编排博弈故事既有空间又有价值，我们就不妨试试。学问讲究习得的喜悦和发现的乐趣。读者和同学如果能够编排出有趣的博弈，固然自得其乐，还应该受到称赞。你们有了有趣的博弈故事，我也渴望能够分享。

如果我们把抓钱博弈的数据修改成下面的样子，那就出现“温和对抗”的抓钱博弈：




温和对抗的抓钱博弈

在温和对抗的抓钱博弈当中，老天爷恩赐给博弈的两位参与人的财富总数，也是像2、4、6、8、10这样越来越多，但是每个参与人可以得到的财富，既不像利益一致抓钱博弈中那样一味上升，又不像你死我活抓钱博弈中那样，这次有钱不拿下次可以拿到的钱就只能是0。在现在的情况下，财富总数是一味上升的，而每个局中人可以拿到的钱数虽然总体上还是上升的，但却是曲折上升的：这次你不拿下次你能拿到的就少了一些，但是如果下次对方不拿，再下次你可以拿的就很多了。在这样的“小跌—大涨—小跌—大涨”的循环之中，规律是这次跌1元钱，下次涨3元钱。请读者考虑编排适当的博弈故事，并且琢磨这个博弈的结果。

以后我们将知道，只要博弈的参与人都是追求自身金钱收益最大化的理性主体人，那么不但你死我活的抓钱博弈一开始就结束，在帕累托效率意义上没有好的结果，而且温和对抗的抓钱博弈也将一开始就结束，同样没有好的结果。这里所说的按照帕累托效率标准没有好的结果，具体来说就是博弈一开始，甲就把面前的财富抢去，迫使博弈终止，老天爷预备的恩赐绝大部分都实现不了。只有利益一致的抓钱博弈，因为每个参与人可以拿到的钱数都是一味上升的，所以双方都乐观

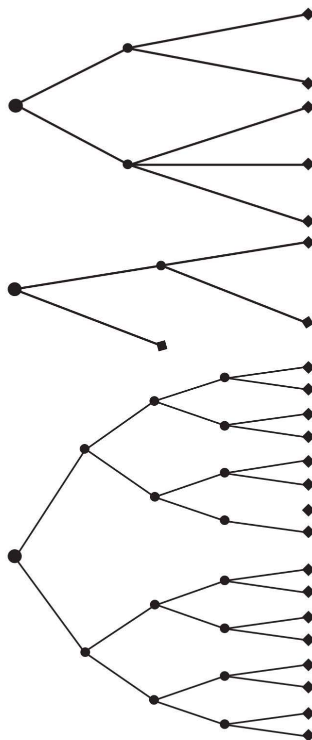
博弈继续，直到实现老天爷预备恩赐的全部财富。

# 博弈结果依赖制度设置

对于各种抓钱博弈为什么会导致不同的结果，我们在前面说过问题出自制度设置。为了进一步说明这一点，我们可以赋予抓钱博弈另外的解说：老天爷赐予人们生长良好的一个果园，但是没有界定产权。因为我们假设博弈参与人是那种以金钱为目标的理性人，他们关注的只是自己的金钱利益。但正因为利益驱动，一旦这个“采摘博弈”的任何局中人选择采摘，其他局中人就会跟着采摘，以免自己的利益受损。

但是，如果在这些自利的局中人之间做出不同的制度安排，就可以得到不同的博弈结果。第一种制度是，果园已经按照可能的产出公平地划分好了，每个人只能采摘自己产权范围内的果子。这就变成了利益一致的抓钱博弈。第二种制度是，谁采归谁，并且谁要采摘就让他摘个够，哪怕他雇人采摘甚至用机器采摘。于是，谁先下手谁通吃，这就得到你死我活的抓钱博弈。第三种制度是，同样是谁采归谁，但是不许雇人采摘或者用机器采摘。这样，一旦有人开始采摘，别人就会跟上，否则他们就不是理性人了。结果，在财富总量由“时刻”决定的前提下，先下手采摘的参与人能占便宜，追随行动的参与人也不是一无所获。也许可以说，第三种情况并不只是反映制度设置这一个因素，而且反映采摘的生产力水平这个因素。不管怎么说，这导致类似温和对抗的抓钱博弈。

抓钱博弈也可以叫作“抢钱博弈”，只是名称不那么好听。写到这里，我再次提请读者注意，讨论一个博弈，最主要的是清楚矩阵博弈的矩阵表格和表格里面的支付数据，清楚树型博弈的树和各树梢的支付数据，而参与人姓甚名谁、是什么角色，他们可以选择的策略叫作什么策略，乃至博弈本身叫作什么博弈，实质上并不重要。如果叫作抓钱博弈是这样分析，那么叫作抢钱博弈也是完全一样的分析，而且结果别无二致。



博弈树三例

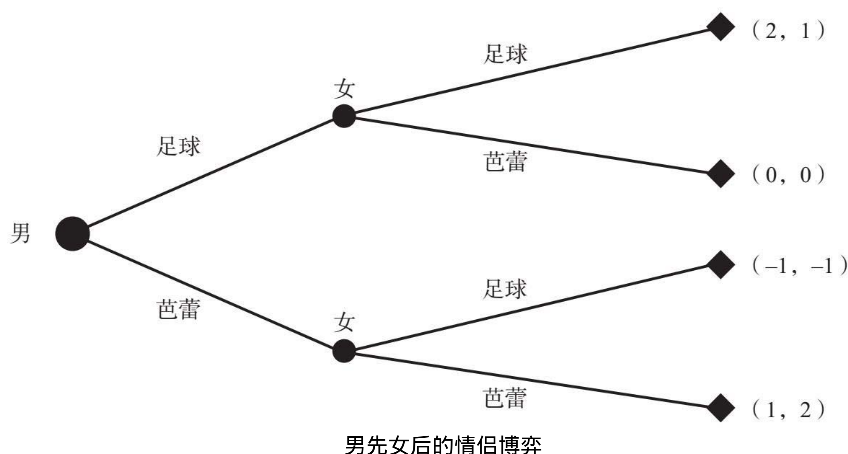
到现在为止我们描述过的博弈树，不但是半拉子树，而且根本就是一株藤。这是很特殊的一类“树”。博弈论里面讨论的动态博弈，其博弈树还有其他多种典型的形式，上图是随便举出的三例，其中前面两例的树并不对称。既然像抓钱博弈那么不对称的博弈树都见过，像现在这样一边多枝一边少枝的博弈树和一边壮一边弱的博弈树，也就不足为奇了。

最后需要说明的是，博弈树也可以自上往下生长，还可以自左上往右下等方向生长。我们以后会遇到这样的博弈树。总之，“树”的生长方向，就是博弈进行的方向。“树”的生长，反映博弈决策时刻的进程。

照理说，自下往上生长，自右往左生长，自右上往左下生长，自右下往左上生长和自左下往右上生长，原则上没有什么不可以。但是，人们自左往右和自上往下的书写习惯、画图习惯和阅读习惯这些在理论上非本质的因素，排除了自下往上、自右往左、自右上往左下、自右下往左上和自左下往右上的做法。

# 树型博弈策略组合的粗线表示

现在我们把原来同时决策的情侣博弈，改成先后决策的动态博弈。谁先决策都可以一样分析，只是为了确定起见我们规定男的先决策女的后决策。这样，就得到下图的博弈树。



男先女后的情侣博弈

在这个动态博弈中，可供男方选择的纯策略仍然是两个：选择足球，或者选择芭蕾。女方是要在知道男方的决策以后才行动的，所以要把这个信息因素考虑进去。这样，女方的策略一共有4个：

1. 追随策略：他选择什么，我就选择什么；
2. 对抗策略：他选择什么，我偏不选什么；
3. 芭蕾策略：无论他选什么，我都选我喜欢的芭蕾；
4. 足球策略：无论他选什么，我都选他喜欢的足球。

信息本来是博弈的一个非常重要的因素，但是为了在本书中突出说明子博弈精炼纳什均衡的概念，我们暂时把信息因素撇开。这样，女方要在不知道男方的策略选择的情况下，考虑自己的策略选择。对于这种情况，读者可以想象双方都由代理人实施博弈实战，代理人按照主人的“锦囊妙计”行事。这样，博弈的参与人就要预先为他们的代理人写好锦囊妙计，锦囊妙计是一张预先告诉代理人在什么情况下如何行事的单

子。

对于比较简单的博弈，可供参与人选择的行动，就是可供参与人选择的策略。但是现在，一个纯策略就是一个完整的行动方案。

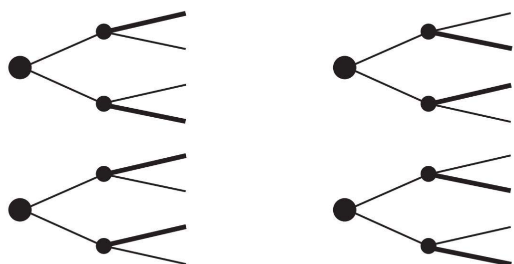
我在中山大学岭南学院的教学表明，如果我们在博弈树中把局中人的具体策略选择特别用粗线标示出来，对于学生进行均衡分析非常有利。道理是充分利用几何形象，体现视觉优势。

具体来说，男方的两个纯策略可以表示如下：一个是足球策略，往上表示选择足球；一个是芭蕾策略，往下表示选择芭蕾。



男方的两个纯策略

而女方的4个纯策略可以表示为下面的4幅图：



女方的4个纯策略

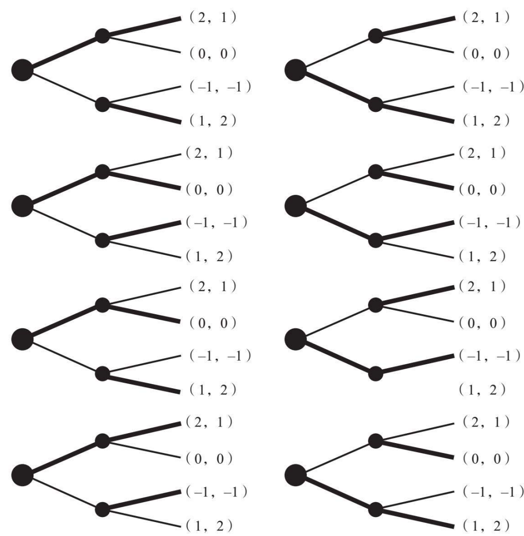
左上角表示的是追随策略——要是男方往上，即选择足球策略，她也往上，选择足球策略；要是男方往下，即选择芭蕾策略，她也往下，选择芭蕾策略。

右上角表示的是对抗策略——要是男方往上，即选择足球策略，她就往下，选择芭蕾策略；要是男方往下，即选择芭蕾策略，她就往上，选择足球策略。

左下角表示的是足球策略——不管男方选择足球还是芭蕾，她总是选择足球。

右下角表示的是芭蕾策略——不管男方选择足球还是芭蕾，她总是选择芭蕾。

二四得八，一共8个可能的纯策略组合，即8种可能的对局，可以表示为下面的8幅图：

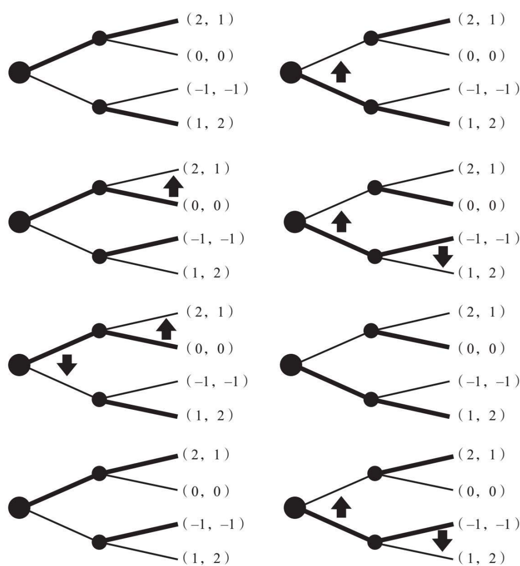



序贯情侣博弈的所有8个纯策略组合

这种在博弈树中把参与人的具体策略选择特别用粗线标示出来从而表达一个纯策略组合的方法，叫作树型博弈策略组合的**粗线表示法**。运用这个方法的时候，要注意每个纯策略组合需要一个决策树来表达。

# 确定树博弈的纳什均衡

树博弈也是博弈。博弈的一个纯策略组合是否为纳什均衡，就看博弈参与人有没有动机单独偏离当前的策略组合。



考察纯策略组合是否为纳什均衡

先看左边第一个纯策略组合。在这个对局，男孩选择足球策略得2，女孩选择追随策略得1。男孩如果单独偏离，男孩的粗线就要从往上变成往下，从粗线到粗线，他的所得将从2变成1。所以，男孩没有动机单独改变策略选择。女孩如果单独偏离，在上面单独偏离将使得她的所得从1降为0，所以她不会在上面那里单独偏离，而在下面单独偏离对博弈结果没有任何影响，所以她也不会在下面单独偏离。所以，女孩也没有动机单独偏离。既然双方都没有动机单独偏离，这个纯策略组合就是博弈的一个纯策略纳什均衡。

现在看左边第二个纯策略组合。如果男孩单独偏离，他的粗线将从往上变成往下，从粗线到粗线，他的所得将从0变为−1，所以男孩没有动机单独偏离。但是如果女孩在上面单独偏离，她在那里的粗线将从往下变成往上，她的所得将从0变成1，所以女孩在这里有动机单独偏离。我们用一个箭头，表示箭尾这个策略选择有单独偏离的动机。女孩单独

在下面偏离不影响博弈结果，所以这个策略选择是稳定的。总之，在这个纯策略组合中，女孩有单独改变策略选择的动机，所以这个纯策略组合不是博弈的一个纳什均衡。

这样做下去，一个一个检查所有纯策略组合中的每条粗线代表的纯策略选择有没有单独偏离的动机，凡是有单独偏离的动机的，就画一个箭头表示愿意偏离的方向。这样全部做完以后，凡是完全没有箭头的纯策略组合，就是这个博弈的纯策略纳什均衡。

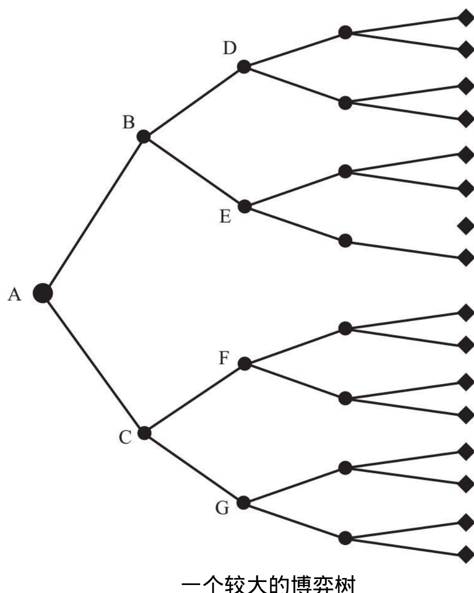
这样，我们就知道，男先女后的情侣博弈一共有3个纯策略纳什均衡，它们是：左4图的（足球策略，足球策略），左1图的（足球策略，追随策略）和右3图的（芭蕾策略，芭蕾策略）。策略对局中的第一个位置，写的是先决策的男方的纯策略，第二个位置写的是后决策的女方的纯策略。

做到现在，即使只从文字上看，也明白其他纯策略组合不是博弈的纳什均衡。例如右1图的纯策略组合（芭蕾策略，追随策略），因为女方追随，所以如果男方把策略选择从芭蕾改为足球，支付马上从1上升到2。所以，（芭蕾策略，追随策略）不是博弈的纳什均衡。

这一节使用的用箭头表示箭尾的策略选择有单独偏离的动机的方法，叫作偏离动机的箭头标示法。它是我的学生的发明。

# 树型博弈的子博弈

我们已经把一个动态博弈表示为一个博弈树。但是树的一枝，又可以看成一个树，这就自然引出子博弈的概念。这里需要说明的是，因为所谈的不是自然生长的树而是原来作为数学概念的树，所以我们通常不说一棵树，而是说“一个树”。

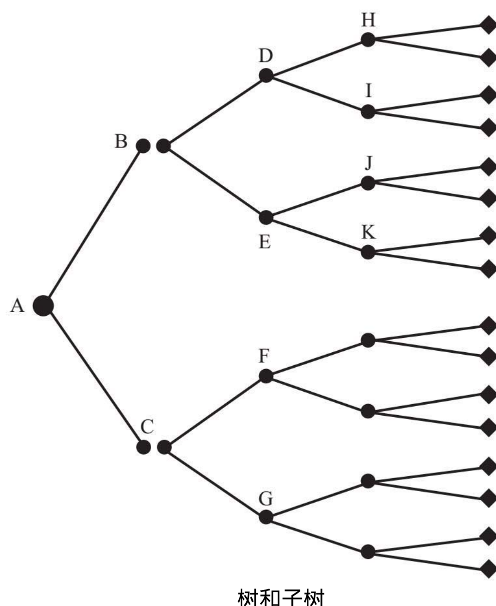



一个较大的博弈树

上面我们画了一个较大的博弈树，圆点是决策点，菱形是对局结果，菱形的右边应该写出博弈各方在这种对局下之支付。但是现在为了集中注意力说明子博弈的概念，表示支付的数字都一概不写了。不仅如此，我们连局中人和可供每个局中人选择的行动和策略都一并省略，以致我们甚至不知道上述博弈有几个局中人！但是这些省略或者忽略，不仅不妨碍我们说明现在就要引进的子博弈的概念，而且恰恰摒弃了对于子博弈概念本身来说并不重要的东西。

现在，我们只盯着这个大树本身。这是以A为根的一个树。但是如果我们在B这个地方砍一刀，那么从B往左，还是一个树，是一个以B为根的小很多的树。同样，如果我们在C这个地方砍一刀，那么从C往左是一个以C为根的比较小的树。再往左，从D、E、F、G甚至H、I、J、

K……这些地方“下手”，都可以“砍”出更小的树来。



树和子树

数学上，把从B或C或D或E或F或G往右的小树，即砍出来以B或C或D或E或F或G为根的小树，叫作原来以A为根的树的子树（subtree）。进一步，以D或E为根的小树，既是以A为根的大树的子树，也是以B为根的树的子树；以F或G为根的小树，既是以A为根的大树的子树，也是以C为根的树的子树。

一个大树表示一个博弈，一个小树同样表示一个博弈。如果小树是大树的子树，那么小树表示的博弈，就是大树表示的博弈的子博弈（subgame）。上面大树表示的博弈，有许多个子博弈。

为了实际讨论的方便，我们约定，大树不算自己的子树，原来的博弈不算自己的子博弈。这个约定是因为，规定集合是自己的子集合，在逻辑学上比较方便，所以，比较讲究理论性的著作都把大树也作为自己的子树，把原来的博弈也算作自己的子博弈。我们讲究实际应用，会发现采取“凡人思维”，就像不把自己看作自己的儿子那样，不把大树看作自己的子树、不把博弈看作自己的子博弈，会使讨论变得比较朴素和比较容易被接受。

# 子博弈精炼纳什均衡

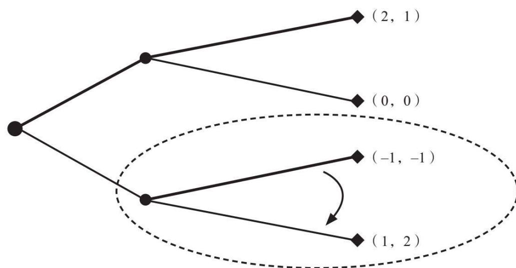
我们从上述序贯情侣博弈的分析中已经知道，在所有8种可能的对局之中，有3种是纳什均衡的对局。现在的问题是：3种之中，哪一种或者哪一些最有可能发生呢？事实上，我们所有围绕纳什均衡的讨论，可以说思路都是探寻最可能发生的，并且具有最好的稳定性的结果。

针对这个问题，泽尔滕提出了子博弈精炼纳什均衡（subgame perfect Nash equilibrium）的概念：在一个博弈的所有作为纳什均衡的策略组合当中，那些局限在每个子博弈上都仍然是那个子博弈的纳什均衡的策略组合，叫作子博弈精炼纳什均衡。

按照这个定义，当我们利用博弈树考察一个纳什均衡的时候，只要局限于某一个子博弈它就不再是纳什均衡，所考察的纳什均衡也就不是子博弈精炼纳什均衡。

首先让我们看动态情侣博弈的3个纳什均衡中的第一个。我们不再用剪开的办法标示我们关注的子博弈，而采用细虚线圈住的方式，因为剪开需要另外画一张图。现在，我们考察作为纳什均衡的（足球策略，足球策略）这个对局。从理性行为的要求看，这个策略对局的指向（–1，–1）的一枝，即如果先行的男孩选择芭蕾，而后行的女孩选择足球，这有点儿不合常理，因为跟着选择芭蕾的话她可以得2，而选择足球只能得–1。可见，如果利益最大化真的是女孩的行为模式，那么她的这个策略选择没有说服力。

事实上，（足球策略，足球策略）这个对局虽然是这个博弈的纳什均衡，但不是这个博弈的子博弈精炼纳什均衡，因为局限在下面虚线圈住的只有两枝的子树所标示的子博弈上，指向（–1，–1）的策略选择有单独偏离的激励。如前，我们用箭头标示这种偏离激励（见下图）。

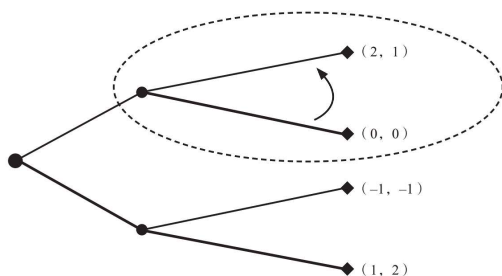


（足球，足球）对局不是子博弈精炼纳什均衡

可见，子博弈精炼纳什均衡的概念，可以帮助我们排除一些至少缺乏局部稳定性的纳什均衡。

这一节使用的用细虚线圈住的方式来标示所讨论的子博弈的方法，可以叫作子博弈标示的虚线圈住法。

再看动态情侣博弈的3个纳什均衡中的第三个。作为原博弈的纳什均衡的（芭蕾，芭蕾）对局，在我们用虚线圈住的对局当中似乎包含一种威胁：如果男孩选择足球，女孩一定和他作对选择芭蕾。但是按照局中人都是理性人的假设，这个威胁并不可信。事实上，在男孩真的已经选择足球的情况下，女孩也选择足球可以得1，而坚持选择芭蕾只能得0。正如图中箭头所示，在男孩选择足球的情况下女孩决定看芭蕾的策略选择，具有单独偏离的激励。所以，这个纳什均衡也不是子博弈精炼纳什均衡。



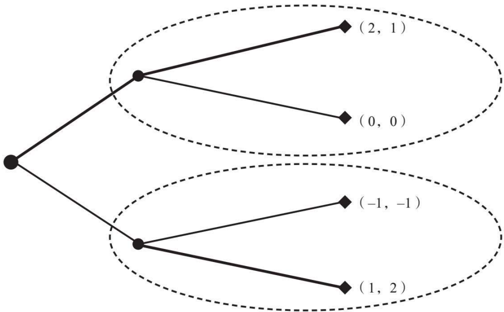
（芭蕾，芭蕾）对局不是子博弈精炼纳什均衡

说到这里我们是否可以明白，子博弈精炼纳什均衡应该是经得起每个子博弈均衡检验的纳什均衡。例子也告诉我们，包含不可信威胁的纳什均衡，不是子博弈精炼纳什均衡。

最后剩下按照原来的排列次序位列第二的那个纳什均衡，即（足球策略，追随策略）这个纯策略组合。在这个策略组合中，无论从全局看

还是从每个局部看，参与人的策略选择都符合稳定性的要求，符合最优性的要求。指向（2，1）的策略选择，没有改变为指向（0，0）的策略选择的激励；指向（1，2）的策略选择，也没有改变为指向（–1，–1）的策略选择的激励。

所以，（足球策略，追随策略）这个对局，是男先女后动态情侣博弈唯一的子博弈精炼纳什均衡。按照这个纳什均衡，博弈的结果是（足球行动，足球行动），即男的选择足球这个行动，女的也选择足球这个行动，男的得2女的得1。再次提醒，现在策略和行动不是一回事。男方是因为选择足球策略而定位足球，但是女方选择的并不是足球策略，而是追随策略，只是因为追随，所以在男方定位足球的情况下，她也定位足球。



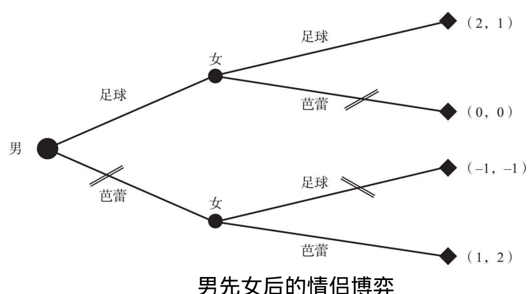
（足球，追随）对局是子博弈精炼纳什均衡

# 求解动态博弈的倒推法

求解一个博弈，最重要的是确定它最应该发生的那个纳什均衡，即最稳定的纳什均衡。要把一个博弈的全部纳什均衡找出来，是比较辛苦的工作。如果只是要求把最稳定的那个纳什均衡找出来，往往就比较容易。对于动态博弈，人们通常采用倒推法（backwards induction），道理是逆向推理。

我们以求解男先女后的情侣博弈来演示这个方法。

倒推，就是从最后决策的位置开始分析。现在，最后决策的是女孩。



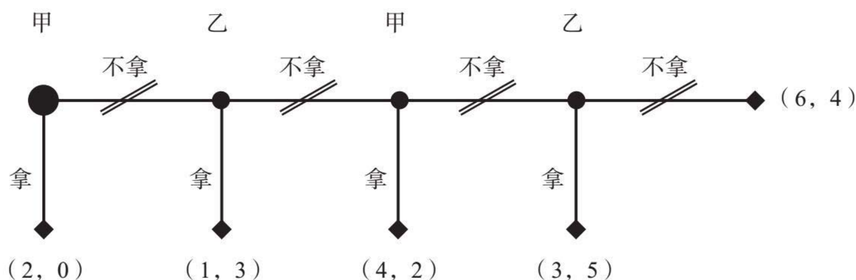

男先女后的情侣博弈

如果她位于上面那个决策节点，也就是说如果先决策的男孩选择了足球，那么她选择足球可以得1，选择芭蕾只能得0，所以她选择足球，把芭蕾的选择删去，我们在上图中用双线表示。如果她位于下面那个决策节点，也就是说如果先决策的男孩选择了芭蕾，那么她选择芭蕾可以得2。选择足球只能得负数，所以她选择芭蕾，把足球的选择删去。

现在倒推到男孩决策的时刻，他要决策向上走选择足球，还是向下走选择芭蕾。由于走到上面只有一条路继续向上他可以得到2，走到下面只有一条路继续向下他只能得到1，所以他一定选择向上走，即选择足球，而把芭蕾的选择砍去。

这样做完以后，我们看到这个动态博弈实际上只有一条路可走，那就是先行的男孩选择足球这个行动，后行的女孩也选择足球这个行动，结果是（足球行动，足球行动），相应的支付为（2，1）。

再看前面讲过的抓钱博弈，我们选择温和对抗的那个来做。




温和对抗的抓钱博弈

最后决策的是乙。如果博弈已经进行到这里，乙要是决定把钱拿走，他可以得到5，要是不拿，博弈也将结束，他只能得到4。所以在这个决策节点，乙会选择把钱拿走，也就是说把不拿钱的选择删去，如上图双线所示。

倒数第二决策的是甲。如果博弈已经进行到这里，甲要是决定把钱拿走，他可以得到4，要是不拿，博弈只有一条路走到结束，他只能得到3。所以在这个决策节点，甲同样会选择把钱拿走，也就是说把不拿钱的选择删去。

现在轮到倒数第三个决策位置的乙。如果博弈已经走到这里，乙要是决定把钱拿走，他可以得到3，要是不拿，博弈只有一条路走到结束，他只能得到2。所以在这个决策节点，乙会选择把钱拿走，也就是说把不拿钱的选择删去。

最后看首先决策的甲。要是从博弈一开始甲就决定把钱拿走，他可以得到2，要是不拿，博弈也只有一条路走到结束，他只能得到1。所以为了个人的金钱利益，甲会选择一开始就把钱拿走，把不拿钱的选择删去。

所以，这个温和对抗的抓钱博弈的结果是，从博弈一开始甲就把钱拿走，他得到2，乙得到0。

这样运用倒推法做出来的结果，都是子博弈精炼纳什均衡的结果。有兴趣的读者不妨自己尝试验证。

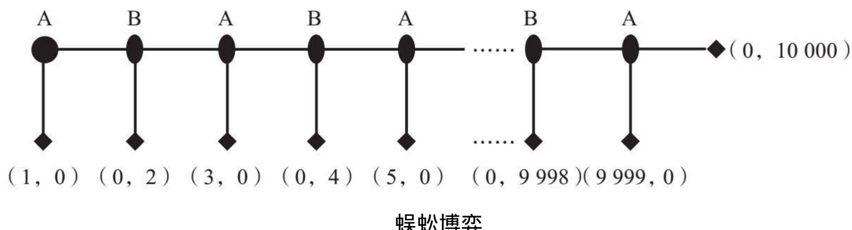
倒推法实际上是从博弈树的最末端的子博弈开始，逐次排除有偏离激励的策略选择。大家知道，最末端的子博弈，是最小的子博弈。随着

倒推法的进行，作为考察范围的子博弈一级一级被套住变得越来越大，最后是整个原来的博弈。能够通过倒推法检验的策略组合，因为在上述逆着“倒推法路径”一个套一个的所有子博弈里面都没有偏离激励，所以它不但是博弈的纳什均衡，而且是博弈的子博弈精炼纳什均衡。

好了，现在我们已经知道什么是动态博弈的子博弈精炼纳什均衡，懂得在比较简单的情况下如何确定子博弈精炼纳什均衡。写到这里，我作为作者，颇有一点儿成就感。读者读到这里，也会有自己的体会。

# 博弈论向自己出难题

现在把抓钱博弈“拉长”，变成先后决策上万次，描述博弈的博弈树就会变得像一条蜈蚣。所以，这种博弈也叫作蜈蚣博弈。




蜈蚣博弈

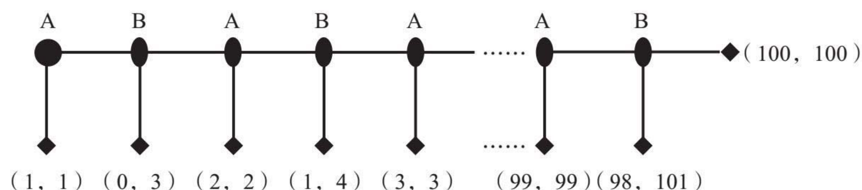
为了理解这个博弈，你可以想象有人组织A、B两人做博弈游戏，决策点上面写着谁就轮到谁做决策。一开始，A做决策。如果他决定结束游戏，他得1，B得0；他不结束游戏，就轮到B做决策。这时如果B决定结束游戏，B得2，A得0；他不结束游戏，则又轮到A做决策。所以你看，两人轮流做决策，奖赏越来越大，谁决定结束游戏，谁就得到全部奖赏，而对方什么也得不到。假定$N=9\ 999$，如果玩到第9999次A还不结束游戏，游戏就要强制结束，B得到10 000，A得0。

这个博弈的结果如何呢？因为它是轮流决策的有限次博弈，我们可以用倒推法来做。在第9999次，A想如果他不决定结束，B就会得到全部奖赏10 000，而自己什么也没有。所以，为自己的利益考虑A一定会决定结束游戏。可是A根本没有做此决策的机会，因为在此之前的第9998次，B想如果他不决定结束，下一轮A一定会决定结束，A会得到9 999，而他自己什么也得不到。所以，为自己的利益考虑，如果轮到B在第9998次做决策，他一定会决定结束游戏。可是，B也没有这样的机会，因为如果A能在第9997次做出决策，A也会决定马上结束游戏。这样一步一步倒推回去，最后的结果，就是A在第一次做决策时便决定马上结束游戏，自己得到可怜的1，而B更惨，什么也得不到。

如果你是A或B，你会一有机会就马上结束这个游戏吗？这是完全信息条件下的动态博弈，前景可能怎样，一目了然。明明是玩得越久奖赏越高，可是私利作怪，似乎轮到谁做决策谁就要结束游戏，所以一开始玩游戏就要结束，牺牲了获取10 000的机会。也许两人可以订立协议，

一直不结束，最后主持者给B的10 000，由两人私下平分。可是这样一来，就不是非合作博弈了。再说，如果组织者宣布任何这样的协议都属违法，你看游戏会如何进行？

只要结束游戏就一个人得到全部奖赏，这看起来太严酷。那么我再举一个不那么严酷的例子，双方都能得到奖赏，而且总体上说奖赏越来越高。规则是这样的：A、B各做一次决策为一组，第一次若A决定结束，A、B都得$n$，第二次若B决定结束，A得$n$-1而B得$n+2$；下一轮则从A、B都得$n+1$开始，可以一直玩上百次。如果博弈的参与人一直都不决定拿钱，则游戏强制结束，双方各得100。



另一种蜈蚣博弈

如果你会倒推论证，就知道如果两人彻底理性，也就是说两人都斤斤计较，那么博弈的结果仍然是一开始就结束，两人各得1。请你完成这个推理。

他们都为眼前的蝇头小利抢先结束游戏，以至于牺牲获得很大好处的机会。人类行为是这样的吗？博弈论向自己提出这样的问题，也向整个经济学提出这样的问题。

即使说只为钱，即使说追求收入最大化，为什么目光不能长远一些呢？对于A来说，目光短浅的决策是一开始就拿走那1元钱，以免什么钱也拿不到；目光长远的决策则是先不拿钱，顶多损失1元钱，说不定可以换来100元钱的收入。对于B来说，目光短浅的决策是第一次做决策就拿走那3元钱，以免只能拿到2元钱；目光长远的决策则是暂时不拿钱，说不定可以换来100元钱的收入。

事实上，因为这个博弈将怎么进行是双方都清楚的事情，所以两人有理由稍稍修正原来彻底理性的立场。只要他们都稍稍修正立场，目光变得长远一些，都不做提前结束博弈游戏的事，两人就都可以实现最高或者接近最高的收入。

# 实验经济学和行为经济学

即使回到同时决策博弈，博弈论学者也为我们提供了理性推导与人类行为背离的例子：两个旅行者从一个以出产细瓷花瓶闻名的地方旅行回来，他们都买了花瓶。提取行李的时候，发现花瓶被摔坏了，于是他们向航空公司索赔。航空公司知道花瓶的价格总在八九十元的价位浮动，但是不知道两位旅客买的时候的确切价格是多少。于是，航空公司请两位旅客在100元以内各自写下花瓶的价格。如果两人写的正好一样，航空公司就认为他们讲的是真话，并按照他们写的数额赔偿。如果两人写的数额不一样，航空公司就判定写下低价格的旅客讲的是真话，并且原则上照这个低价赔偿，但是对讲真话的旅客奖励2元钱，对讲假话的旅客罚款2元。

就获取最大赔偿而言，甲乙双方最好的策略应是都写100元，这样两人就都能够获赔100元。可是，甲很聪明，他想：如果我少写1元变成99元，而乙写100元，那么我将得到101元。何乐而不为？所以他准备写99元。可是乙也很聪明，他想到甲要写99元，“人不犯我，我不犯人，人若犯我，我必犯人”，于是他准备写98元。想不到甲更聪明，想到乙要写98元来坑他，“来而不往非礼也”，于是他准备写97元……大家知道，下象棋的时候，不是说要多“看”几步吗，“看”得越远，胜面越大。你能够多看两步，我比你更强能够多看3步；你能够多看4步，我比你更老谋深算能够多看5步。在花瓶索赔的例子中，如果两个人都彻底理性，都能看透十几步甚至几十步、上百步，那么最后只能落到每个人都只写0元的田地。事实上，在彻底理性的假设之下，这个博弈唯一的纳什均衡是两人都写0！

这就是印度德里经济学院巴苏（Kaushik Basu）教授在1994年美国经济学会年会上提交的论文中提出的著名的“旅行者困境”（travelers' dilemma），后来这篇论文发表在1994年5月号的《美国经济评论》上。一方面，它有启示人们在为私利考虑的时候不要太“精明”的价值，告诫人们精明不等于高明，太精明往往会坏事。另一方面，也是更加重要的，它对于“理性行为”假设的适用性提出了警示：有了这个假设，我们就可以按照这个明确的比较取舍标准来进行推理，但是推断出来的结

论是否符合实际，依赖于应用“理性行为”假设的程度。如果你的论证像“旅行者困境”那样，假设当事人彻底理性，能够算计到十几步甚至几十步上百步，那么你推论出来的结果未必符合世界的现实。

大家知道，理性行为假设本来是主流经济学讨论消费者和企业这些经济主体人的行为的基本假设。上面一系列的例子说明，经济学在理性行为假设之下得到的结论是否符合实际，还要进行另外的分析。在这个意义上，旅行者困境是所有博弈论学者甚至所有经济学者必须面对的“困境”。困境说起来不好听，那我们就把它们称为难题。博弈论经常给自己出难题，旅行者困境是又一个例子。

历史上，经济学一直从自我解答难题或者悖论中得到提高和发展。例如在商品的价格由什么决定这个根本性的问题上，善良的人们曾经设想越有用的东西应该越贵，后来思考最有用的水反而比较便宜这个难题，才明白价格并不由商品的使用价值来决定；善良的人们又曾经设想越难生产出来的东西应该越贵，后来思考印坏了的错版邮票反而更贵，以及为什么“疯狂的君子兰”泡沫可以把原来几元钱一株的君子兰哄抬到几万元的难题，才明白价格并不一味地由商品所包含的劳动价值来决定。

对于上面的蜈蚣博弈，在理性行为假设下运用倒推法的论证表明，局中人都会为眼前的蝇头小利抢先结束游戏，以致牺牲未来获得很大好处的机会。但事实上，绝大多数的人类行为并非如此。理论结果与实验结果的反差，引导经济学家重新审视理论模型的前提假设，并达成这样的共识：经济学中的理性行为假设，或者说经济人假设，实际上是彻底理性假设。蜈蚣博弈等上述实际上建立在彻底理性假设基础上的倒推论证结果与实验结果的巨大差异，启发我们思考彻底理性假设的合理性。这种思考，促使有限理性（bounded rationality）的理念和行为经济学（behavioral economics）的诞生。回顾本书迄今的学习，读者应该能够体会到，以往的经济人假设或者理性行为假设，的确是彻底理性假设，即假设经济学讨论的主体人，包括消费者、劳动者和企业，都是彻底理性的主体人。所谓有限理性，粗略地说，就是指行为不是彻底理性的这样一种情况。把彻底理性修改为有限理性，就是认识到经济学应该也讨论不彻底理性的行为。进一步我们可以粗略地说，引入有限理性的经济学讨论，就是行为经济学的讨论。

在这个过程中，经济学实验的作用功不可没。经济学实验常常找学生做。许多经济学实验，都是从博弈论开始的。所以，实验经济学与博弈论颇有不解之缘。2002年度的诺贝尔经济学奖，被授予实验经济学的开创性研究和把心理学引入经济学的开创性研究，体现学界对经济人假设即理性行为假设的关注。

# 后记
# 从夏普利获得诺贝尔经济学奖说起

今年[注]的诺贝尔经济学奖，被授予美国哈佛大学教授埃尔文·罗斯（Alvin Roth）与美国洛杉矶加州大学教授罗伊德·夏普利（Lloyd Shapley）。他们的贡献，属于博弈论的范畴。

## 现代经济学的博弈论革命

现代经济学在20世纪经历了两次升华。一次是20世纪初期把微分学概念和方法引进经济学的“边际分析革命”，从此经济学变得有趣，而不再是“沉闷的科学”（A dismal science）。另外一次是20世纪下半叶的“博弈论革命”，除了本身的成果以外，博弈论还在思想路线上改写了整个现代经济学，并且催生了信息经济学，那是经济学讨论信息不对称市场的重要分支。

诺贝尔经济学奖在1994年度被授予三位博弈论专家约翰·海萨尼（John Harsanyi）、约翰·纳什（John Nash, Jr.）和莱因哈德·泽尔滕（Reinhard Selten），在2005年度又被授予两位博弈论专家罗伯特·奥曼（Robert Aumann）与托马斯·谢林（Thomas Schelling）。此外，诺奖在1996年度、2001年度和2007年度被授予共计6位与博弈论关联紧密的信息经济学的学者。18年来，诺贝尔经济学奖6次被授予博弈论的大师和与博弈论关系最密切的信息经济学的大师，可见博弈论与信息经济学在现代经济学主流发展中的位置。

我对夏普利的经历有所了解。当夏普利在哈佛大学攻读本科学历时，日本偷袭珍珠港，太平洋战争爆发，夏普利从军来到我国的成都地区，与中国军民并肩抗日。他放弃军官的位置，从技术军士做起，因为破译日军的气象密码以及其他功劳，立功受奖。“二战”结束后，他返回哈佛大学继续他的学业，取得数学学士学位。毕业以后，他先在美国著名的“战略思想库”兰德公司工作了一年，随后进入普林斯顿大学数学

系，在塔克（A. W. Tucker）教授的指导下攻读博士学位，塔克也是库恩、纳什和戴维·盖尔（David Gale）的博士导师。这样，在普林斯顿大学数学系塔克教授门下，同一届攻读博弈论的4位博士研究生里面，已经有两位在后来获得了诺贝尔经济学奖。

早在普林斯顿大学攻读博士学位的时候，夏普利就已经被公认为博弈论奠基人冯·诺依曼（John von Neumann）和奥斯卡·莫根施特恩（Oskar Morgenstern）的传人，是合作博弈领域无可争议的领导者，在这个领域做出了许多贡献，包括比较容易向普通读者介绍的夏普利值（Shapley Value）。在普林斯顿大学塔克教授主持的博弈论小组里面，纳什年纪比较小，个性也特别。参加过第二次世界大战的夏普利，因为年长一点儿，而且心地很好，被公认为纳什的保护人。

## 夏普利值与权力指数

最简单的夏普利值是权力指数，它可以用下面的例子来说明。假定某议会共有100个议席，议员分属4个党派：红党43席，蓝党33席，绿党16席，白党8席。假定对于一般议题的任何提案，议会遵循一席一票并且多数通过的投票规则。假定由于党纪的约束，议员对于任何议题，都只能按照党的意志投票。

议会共有4个“议会党团”，每一个议会党团，都有可能面对其他3个议会党团组成的各种可能的联盟。学过一点儿排列组合的读者都知道，“其他3个议会党团”的各种联盟组合，一共有7种：3个其他党团抱成一团的联盟1个，3个其他党团两两抱团的联盟3个，3个其他党团各自成“团”的“联盟”3个。面对3个其他议会党团所有7种情形的联盟，我们要看看有几种情形某个议会党团会成为决定性的议会党团，即它加入联盟就能够让联盟的议案通过，它不加入联盟就可以阻止联盟的议案通过，并且把成为决定性议会党团情况的数目叫作这个议会党团在这个议会的“权力指数”。

现在计算各党在议会的“权力指数”。

先看红党，它有43席，它可能面对的7种情况，分别为蓝绿白联盟57票、蓝绿联盟49票、蓝白联盟41票、绿白联盟24票和单独的蓝党33

票、单独的绿党16票和单独的白党8票。在这7种情况下，有6种情况它可以成为决定性的议会党团，于是我们说红党的权力指数是6。再看蓝党，它有33席，它也面对7种情况，分别为红绿白联盟67票、红绿联盟59票、红白联盟51票、绿白联盟24票和单独的红党43票、单独的绿党16票和单独的白党8票。在这7种情况下，它只有面对绿白联盟24票或者单独的红党43票这两种情况，才能成为决定议案能否通过的议会党团，所以蓝党的权力指数是2。运用同样的方法，可以算出绿党的权力指数是2，白党的权力指数也是2。

结果出人意料：在这个议会里面，议员数目为33的蓝党，与议员数目不到它的1/4的白党，权力指数竟然一样，都是2。原来，操纵一项提案是否能够通过的“能力”，并不与党团的成员数目成正比。4个党的议员数目比是43∶33∶16∶8，而“权力指数”比却是6∶2∶2∶2。夏普利值就是在分析这类问题时建立的概念和有力的工具，当然更多的夏普利值会比上述权力指数深奥和复杂很多。

科学的珍贵之处就在于，发现与人们的直觉不同的规律。权力指数和更一般的夏普利值，就是这样一种发现。

## 博弈论是华人经济学界的短板

每次诺贝尔奖公布之前，我们这里都有人跑出来预测一番，不过猜对的情况总是很少。这次诺贝尔奖公布以后，一位平素思维敏捷、笔头很快的财经评论家说：“最后还是忍不住吐一下槽：今年的诺贝尔经济学奖纯属进入歪门邪道领域，我不是说博弈论不重要，而是有很多理论比它更重要。经济学理论还是应该更加关注朴素的理论建树，而不是一些奇技淫巧、华而不实的东西。在我看来，经济增长理论、金融市场的稳定远比这些所谓的配对理论重要太多。”

这位评论家谈及的那些方面是不是比“配对理论”重要，自然见仁见智，不过把博弈论的理论和方法概括为“歪门邪道”、“奇技淫巧”，恐怕是太过分了。

我倒是愿意在这里发表一点儿自己的观察，就是整个华人经济学界在世界主流经济学的地位，近年来有下降的迹象。重要原因之一就是，

博弈论“这条腿”发育得不够强壮。也正是基于这个观察，我作为一个经济学教师，从10多年前开始就与“风车”作战，对于曾经在经济学方面做出卓越贡献的经济学家贬斥博弈论几十年发展的文字和讲演，鲜明地提出商榷。令人意想不到的是，这样做还是能够取得一些积极的效果。20年来，我也热心地做了许多普及博弈论的工作。

“当代最后一个经济学全才”保罗·萨缪尔森（Paul Samuelson）教授在生前就指出：“要想在现代社会做一个有文化的人，你必须对博弈论有一个大致的了解。”可是目前在我国，许多很好的大学也只在经济学研究生层次开设博弈论的必修或者选修课程。

博弈按照参与人是否同时决策，分为静态博弈和动态博弈，参与人同时决策的博弈叫作静态博弈，参与人不是同时决策的博弈叫作动态博弈。博弈按照每个参与人是否都知道所有参与人在各种对局下的得失，分为完全信息博弈和不完全信息博弈，每个参与人都知道所有参与人在各种对局下的得失的博弈，叫作完全信息博弈，至少有一个参与人不知道其中一个参与人在一种对局下的得失的博弈，叫作不完全信息博弈。这是博弈的最基本的分类。因此，标准的博弈论课本，通常包括完全信息静态博弈的讨论、完全信息动态博弈的讨论、不完全信息静态博弈的讨论，以及不完全信息动态博弈的讨论这样4个部分，一个比一个难。这就是博弈论难以进入大学本科教学的主要原因。

有鉴于此，我与李杰博士一起写作了《博弈论教程》，以便学生学习博弈论最容易也最基本的那些内容。这是一本难度温和、绝大部分本科生不必太辛苦就可以学好的博弈论入门课本。开宗明义，我们在前言中就申明，我们的材料主要集中在完全信息静态博弈和完全信息动态博弈的范畴，并不全面。追求内容全面的教师，不宜选用我们的课本作教材。反过来说，我们相信这样处理，虽然全面性承受了相当割舍，换回来的却是广大学生对博弈论的了解、热爱和兴趣。兴趣和热爱，会使往后进一步的研习变得事半功倍。我们的这本教程，恰恰写到夏普利值为止。

## 我国学界的诺贝尔奖情结

有介绍文章提到，当年夏普利和纳什同在普林斯顿大学，都是冯·诺

依曼的学生。实际情况不是这样，他们是塔克教授的学生。因为夏普利比罗斯年长20岁，介绍文章又说夏普利“大器晚成”。这也完全是想当然。我知道的，倒是他不止一次成为诺贝尔经济学奖评选委员会忍痛割爱的学者。我不敢对诺贝尔奖做什么预测，只是很自然地一再提到一些大师级的学者。例如在上述2004年版本的《博弈论教程》中，我在前言中特别提到的，除了已经因为博弈论获奖的海萨尼、纳什和泽尔滕以外，就只有谢林和夏普利了。结果谢林在2005年获奖。在《博弈论教程》第二版的前言中，没有获奖的博弈论大师，只提到夏普利——这可能和我的阅历没有与时俱进也有关系。结果，夏普利在今年也获奖了。尽管如此，我仍然知道自己没有能力预测诺贝尔经济学奖。比如，2005年与谢林同时获奖的奥曼和今年与夏普利同时获奖的罗斯，我就都没有提到。事实上，我并不是要预测什么。

还有学者评论说：“得诺贝尔经济学奖的学者，不一定是经济学家，甚至不一定是懂经济学的，比如今年的夏普利。他们获奖，是因为他们为经济学的研究发展出了新的方法和技术，开辟了新的道路。过去，纳什和德布鲁等获奖，就是这样的贡献。”评论过去获奖的德布鲁和纳什、今年获奖的夏普利“不一定懂经济学”，口气实在是太大了。

大约两个多月前，又有一些人在微博上议论哪些中国人可以获得诺贝尔经济学奖。我完全没有参与议论，却冷不丁被网友点名预测中国人什么时候会获奖。我的回答是：“我恐怕是看不到了。但我依然乐观地相信，在比较远的将来，中国人可以拿到诺贝尔经济学奖。”

我国学界的诺贝尔奖情结很重。10多年前，就有“最著名的经济学院”院长义正词严地说：“中国经济发展得这么好，中国经济学家没有道理不得诺贝尔奖”。我不知道这是什么逻辑。

诺贝尔经济学奖的全称，是“瑞典中央银行纪念诺贝尔经济学奖”（The Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel），意在褒奖那些做出重大理论贡献的学者。30多年来，国内的经济学教育和经济学研究，都有很大的进步。这很了不起，因为我们几乎是从零开始的。但是我们也必须承认，迄今在基本理论的层次上，我国学者对于现代经济学的贡献，基本上还是空白。可是在国人强烈的诺贝尔奖情结的推动之下，有些朋友还是会一再渲染华人经济学家谁最有可能获奖。这完全是一厢情愿。

其实，如果我们能够应用现代经济学的理论，对我国经济体制改革中出现的实践问题和政策问题提出建议，就可以问心无愧了。

---

1. 今年指2012年，作者的这篇文章发表于2012年的《东方早报·上海书评》，文中的许多时间点，都是针对2012年而言。

# 附录
# 《未来简史》的大视野和小硬伤

得家人推荐，最近我饶有兴趣地翻阅了一遍尤瓦尔·赫拉利的《未来简史》（简体中文版，林俊宏译，由中信出版集团于2017年2月出版），非常佩服作者知识渊博，想象力丰富，讲故事能力超一流，行文也相当了得，给我们送来一席思想盛宴。这本书开头部分深入浅出的草坪故事，已经给人非常新鲜的感觉。后来关于人文主义和数据主义，也都有很好的概括。对于许多我们知道的历史事实，作者还给出了全新的解说。

按照“生物体就是算法”，作者展望21世纪将是“算法”主导的世界，科技会让外部算法有能力“比我更了解我自己”。当然，作者所说的“算法”，与没有读过类似著作的读者想象的，会有很大差别。“就连诺贝尔经济学奖得主也只在很少的时候会用纸、笔和计算器来做决策。我们99%的决策，包括关于配偶、事业和住处这些最重要的人生抉择，都是由各种进化而成的算法来处理的，我们把这些算法称为感觉、情感和欲望。”拿足球、篮球、排球和网球比赛来说，按照生物体就是算法的概括，球员所做的正是体力基础上的计算。

作者谈到，由于互联网和数据流的急速发展，现存的架构已经没有能力有效地应付它们，从而造成权力转移，但要命的是权力“不知道去了哪里”。英国选民以为权力被欧盟夺走，所以公投脱欧；美国选民以为既得利益者垄断了权力，所以支持反体制候选人。传统的政治架构应付不了飞速发展的互联网和数据流，造成权力真空，这就呼唤新的政治演变。这些论述都很有趣。

译文的文字也比较老练。

翻阅的另外一个印象，是作者对于要紧的事实，都在注释中给出了出处。这也要夸奖一下现今的国内出版。回想20年前，我曾经以托夫勒的名著《第三次浪潮》为例，提出索引和注释是社会科学出版成熟的标志，呼吁在翻译出版外文的社会科学文献时不能舍弃原有的索引和注释，一时收效甚微。现在，市场终于把这个问题解决了。

已经发现的一处硬伤，则是把“双赢局面”解说为“即认为你得利也就是我得利”（中文版第189页）。如果是这样，那正好回到作者评论的基督教几个世纪以来所不停宣讲的“把另一边脸也转过去让人打”了。

涉及的文字如下：

> 下一章将会提到，虽然还有其他因素，但资本主义让人不再将经济视为零和博弈（即认为你的获利就是我的损失），而是一种双赢局面（即认为你得利也就是我得利），这一转变确实是全球和平的重要推手。这种互利概念对全球和平的帮助，可能远远超过基督教几个世纪以来所不停宣讲的“爱你的邻居”和“把另一边的脸也转过去让人打”的效果。

查阅原著（ISBN 9781784703936，第244—245页），对应文字是：

> As the next chapter explains, there are additional factors at play here, but capitalism did make an important contribution to global harmony by encouraging people to stop viewing the economy as a zero-sum game, in which your profit is my loss, and instead see it as a win-win situation, in which your profit is also my profit. This has probably helped global harmony far more than centuries of Christian preaching about loving your neighbor and turning the other cheek.

两相比较，我们知道这个硬伤源于这本书的作者，具体来说是“instead see it as a win-win situation, in which your profit is also my profit”这句话。贸易双方的所谓双赢关系，并不是尤瓦尔所说的“你的得利也就是我的得利”，而应该是“你得利我也得利”这样一种局面。首先，双方做成一笔交易，你的得利就是你的得利，我的得利就是我的得利，你的得利绝不会是我的得利。其次，你的得利和我的得利，通常还相差不少，甚至可以相差很远，所以不能说“your profit is also my profit”，因为你我不是一家，你我都是独立的主体人。双赢说的是，你在这笔交易中赚了钱，我在这笔交易中也赚了钱，而不是说钱进了你的口袋，就等于进了我的口袋。

双赢是博弈论贡献给人类的一个重要理念，双赢概念的解释容不得这样的差错。所牵涉的文字，以注明译者改正的方式翻译成下面这样，可能就比较合适：

> 下一章将会说明，这里还有其他一些因素在起作用，但是资本主义确实因为鼓励人们不再把经济看作零和博弈（即你的获利都是我的损失），而是看作一种双赢局面（即你得利我也得利），对全球的和谐做出了重要贡献。这种互利概念对全球和谐的帮助，可能远远超过基督教几个世纪以来所不停宣讲的“爱你的邻居”和“把另一边的脸也转过去让人打”的效果。

总的来说，《未来简史》这本书还是很不错的。至少，我会另外准备大块儿时间，好好细读一遍。尽管出现了描述双赢局面的硬伤，我仍然觉得作者对于双赢局面概念的笼统把握，本身并不离谱儿，只是如果作为博弈论课程的学生参加修课考试，在这个题目上要失一点儿分罢了。毕竟不是博弈论专家嘛。能够就大家熟悉的问题提供不同视角，包括把生物体解读为算法，把生物反应看作按照这种算法进行的计算，然后初步展望随着互联网和数据流急速发展，人类的未来将是怎样，这些都颇为难得。希望这本书的作者和译者都能够继续努力，在读者的帮助下，提供给我们一个更好的版本。